

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Специальность

**20.02.04 Пожарная безопасность**

программа подготовки специалистов среднего звена

базовая подготовка

форма обучения: очная

на базе основного общего образования

Авторы: Полежаева М.В., преподаватель СПО

Одобрена на заседании кафедры

Экономики и менеджмента

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Мочалова Л.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1, от 29.08.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022

(Дата)

Екатеринбург  
2022

## ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации необходимы для студентов специальности 20.02.04 Пожарная безопасность при организации самостоятельной работы по дисциплине «Экономические аспекты обеспечения пожарной безопасности» в рамках подготовки и защиты контрольных работ.

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки контрольных работ, требования к его оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Организация выполнения контрольной работы

Выполнение контрольной работы призвано стимулировать самостоятельную работу студентов по изучению основ экономической теории; оно направлено на формирование знаний основных экономических категорий, развитие навыков логического мышления, обобщения и умения делать верные выводы.

Каждый студент получает от преподавателя дисциплины свой вариант контрольной работы. Контрольная работа выполняется либо в ученической тетради, либо на листах формата А4 (сшитых) в той последовательности, которая определена вариантом. Вначале переписывается условие задачи, затем описывается ход решения и дается ответ.

Каждый вариант контрольной работы включает *задачи*, требующие приведения всего хода решения.

## ЗАДАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### *Контрольная работа № 1*

*Тема работы:* Основные и оборотные средства систем пожарной безопасности.

**Задача 1.** Произвести классификацию основных фондов: выделить производственные и непроизводственные основные фонды; основные производственные фонды поделить на активную и пассивную части. Определить структуру основных средств предприятия. Исходные данные в табл. 1.1.

Таблица 1.1

## Исходная информация

№ вар.	Группа основных фондов									
	Корпуса цехов, млн. руб.	Заводской дворец спорта, млн руб.	Инструмент и спецоснастка, млн руб.	Жилые дома, млн руб.	Библиотечные фонды завода, тыс. руб.	Вычислительная техника, млн руб.	Измерительные приборы, млн руб.	Грузовой автотранспорт, млн руб.	Легковой автотранспорт, тыс. руб.	Рабочие машины и оборудование, млн руб.
1	120	9,5	6,1	30,2	500,0	5,3	1,0	6,5	5,1	40,9
2	110	9,6	5,8	40,5	450,1	6,5	0,8	9,3	4,8	30,8
3	100	9,8	7,3	60,5	300,5	4,7	0,9	7,1	6,3	40,8
4	130	9,4	6,1	80,3	560,2	7,5	0,7	5,8	4,9	50,5
5	150	9,9	4,9	50,5	650,3	5,2	1,1	4,7	5,7	47,3
6	170	9,3	8,0	40,8	700,4	6,7	1,2	6,3	7,3	46,9
7	190	9,2	5,3	30,9	730,4	8,1	1,3	7,2	8,3	39,9
8	160	9,0	3,9	50,1	650,1	9,3	1,7	7,1	4,9	45,1
9	180	9,7	6,7	40,7	780,0	4,7	0,95	8,6	5,6	40,0
10	140	8,3	4,6	60,9	645,1	5,0	0,81	9,1	4,8	30,9
11	150	10,5	4,8	40,3	400,5	4,2	1,1	10,5	4,5	55,0
12	130	12,3	5,5	50,2	380,1	4,5	1,2	10,4	4,6	54,3
13	160	15,1	6,6	44,1	400,5	4,6	1,3	10,3	4,7	52,1
14	175	14,5	7,1	33,5	365,1	4,7	1,4	10,1	4,8	56,0
15	183	10,0	5,3	29,1	400,5	4,8	1,5	9,9	4,9	45,5
16	189	10,6	5,0	30,5	640,3	4,9	2,0	9,8	5,0	55,5
17	195	15,1	5,1	30,4	550,2	5,1	2,1	9,6	5,9	61,3
18	200	14,7	4,3	45,9	440,1	5,2	2,2	9,7	5,8	60,1
19	140	18,3	4,5	41,8	299,5	5,3	2,3	9,5	5,7	39,9
20	150	19,0	4,6	35,7	388,1	5,4	2,4	9,6	5,6	38,8
21	165	16,2	6,1	44,0	560,1	5,5	2,5	8,9	5,5	37,7
22	187	14,8	6,3	40,1	440,2	5,6	2,6	8,3	5,4	34,1
23	175	17,3	5,0	28,8	330,1	5,7	1,9	7,1	4,9	32,2
24	138	14,9	6,0	39,9	470,2	5,8	1,8	7,5	4,5	29,8
25	193	5,0	4,0	26,4	390,2	5,9	1,7	7,3	3,9	29,9

Результаты расчетов оформить в виде таблицы (табл. 1.2, 1.3.).

Таблица 1.2

## Результаты расчетов

№ п/п	Показатель	Стоимость, тыс. руб.	Структура, %
1	Общая стоимость основных фондов организации		
2	Основные производственные фонды		
3	Непроизводственные основные фонды		

Таблица 1.3

## Результаты расчетов

№ п/п	Показатель	Стоимость, тыс. руб.	Структура, %
1	Общая стоимость основных производственных фондов организации		
2	Активная часть основных производственных фондов		
3	Пассивная часть основных производственных фондов		

**Задача 2.** По исходным данным, приведенным в табл. 1.4, определить:

- первоначальную стоимость основных средств;
- годовую сумму амортизационных отчислений (линейным способом);
- остаточную стоимость основных средств.

Таблица 1.4

## Исходные данные

Номер варианта	Цена приобретения, тыс. руб.	Затраты на доставку, % от цены приобретения	Затраты на монтаж, % от цены приобретения	Срок полезного использования, лет	Фактический срок эксплуатации, лет
1	900	5	10	10	4
2	700	3	8	9	5
3	500	4	9	8	3
4	800	4	7	7	2
5	1000	5	10	9	3
6	300	3	11	8	6
7	200	4	8	10	7
8	400	5	9	8	3
9	100	3	10	9	4
10	600	5	12	10	5
11	700	2	10	10	3
12	400	3	11	9	4
13	500	4	12	8	5
14	600	5	13	10	3
15	700	6	14	9	4
16	800	7	15	8	5
17	900	8	9	10	6
18	1000	9	8	9	3
19	1100	3	7	8	4
20	800	4	6	10	5
21	900	5	9	9	6
22	1000	6	10	8	5
23	700	7	11	11	3
24	600	8	12	12	6
25	500	9	13	10	4

**Задача 3.** По исходным данным, приведенным в таблице 1.6, определить:

- среднегодовую стоимость основных средств;
- фондоотдачу, фондоемкость и фондовооруженность;
- стоимость основных производственных фондов на конец года;



- коэффициент ввода (обновления) и выбытия.

Таблица 1.5

Исходные данные

Номер варианта	Стоимость основных производственных фондов на начало года, млн руб.	Введено (+), выведено (-) основных производственных фондов в течение года, млн руб.	Дата введения, выведения основных производственных фондов, (число, месяц)	Объем реализованной продукции за год, млн руб.	Среднесписочная численность, чел.
1	300	+10	(01.02)	6501	800
		-8	(30.03)		
		+7	(30.09)		
2	200	+ 8	(01.04)	500	900
		+6	(30.07)		
		- 4	(01.08)		
3	800	- 10	(30.03)	2500	700
		+ 15	(01.06)		
		+ 6	(30.09)		
4	500	+ 7	(01.04)	1500	650
		+ 8	(30.07)		
		- 9	(01.09)		
5	600	+ 10	(28.02)	1800	850
		- 6	(30.04)		
		+ 5	(01.10)		
6	400	- 7	(01.03)	1400	800
		+ 5	(30.06)		
		+ 6	(01.09)		
7	350	+ 8	(30.04)	1000	900
		- 10	(01.07)		
		+ 9	(01.08)		
8	550	+ 12	(28.02)	1700	950
		- 10	(30.05)		
		+ 5	(30.10)		
9	850	+15	(01.03)	2400	870
		-8	(13.06)		
		+6	(30.11)		
10	700	+ 11	(30.03)	2150	810
		- 10	(30.08)		
		+ 7	(01.10)		
11	800	+16	(30.03)	2500	900
		-6	(30.03)		
		+10	(30.08)		
12	900	+20	(30.04)	3000	600
		+5	(01.07)		
		-8	(01.08)		
13	1000	+30	(01.03)	4000	500
		-20	(30.06)		
		+5	(01.09)		
14	600	+7	(01.04)	2000	400
		-8	(30.03)		
		-9	(30.09)		
15	700	+10	(01.04)	3000	500
		-8	(30.03)		
		-3	(01.09)		
16	750	+6	(30.03)	3500	550
		+9	(30.08)		
		-10	(01.10)		

Окончание табл. 1.5

Номер варианта	Стоимость основных производственных фондов на начало года, млн. руб.	Введено (+), выведено (-) основных производственных фондов в течение года, млн руб.	Дата введения, выведения основных производственных фондов, (число, месяц)	Объем реализованной продукции за год, млн руб.	Среднесписочная численность, чел.
17	850	+10	(30.04)	5000	700
		+6	(01.07)		
		-4	(01.08)		
18	950	+11	(01.03)	3000	300
		-5	(30.06)		
		-8	(01.09)		
19	1000	+5	(30.03)	2000	400
		-30	(30.08)		
		-5	(01.10)		
20	800	+7	(30.04)	2500	450
		+7	(01.07)		
		-6	(01.08)		
21	650	+10	(30.03)	4500	500
		-3	(30.08)		
		-9	(01.10)		
22	700	+8	(01.03)	5000	350
		-9	(30.06)		
		-3	(01.10)		
23	600	+12	(01.03)	3000	250
		-6	(30.06)		
		-3	(01.10)		
24	650	+8	(30.04)	4500	550
		+7	(30.06)		
		-10	(01.10)		
25	750	+7	(30.04)	3500	300
		+9	(01.07)		
		-8	(01.08)		

**Задача 4.** Определить эффективность использования оборотных средств предприятия (коэффициент оборачиваемости, длительность оборота (дней) и коэффициент загрузки) в плановом и отчетном периоде, используя данные табл. 1.6. Сделать выводы.

Таблица 1.6

## Исходные данные

№ варианта	Объем реализованной продукции в отчетном году, тыс. руб.	Объем реализованной продукции в плановом году, тыс. руб.	Средний остаток оборотных средств в отчетном периоде, тыс. руб.	Средний остаток оборотных средств в плановом периоде, тыс. руб.
1	89000	увеличился на 3%	3800	уменьшился на 15%
2	135000	увеличился на 5%	7500	уменьшился на 13%
3	54500	увеличился на 5%	2280	уменьшился на 13%
4	60100	увеличился на 10%	3000	уменьшился на 5%
5	75000	увеличился на 15%	4000	уменьшился на 10%
6	80000	увеличился на 9%	4500	уменьшился на 13%
7	95000	увеличился на 8%	5300	уменьшился на 10%
8	83000	увеличился на 9%	6100	уменьшился на 15%
9	91000	увеличился на 10%	8000	уменьшился на 5%
10	93000	увеличился на 5%	9000	уменьшился на 10%
11	100000	увеличился на 5%	5300	уменьшился на 13%
12	79000	увеличился на 10%	5400	уменьшился на 9%
13	85000	увеличился на 15%	8000	уменьшился на 5%
14	95000	увеличился на 5%	6500	уменьшился на 13%
15	65000	увеличился на 5%	4800	уменьшился на 10%
16	90000	увеличился на 15%	5600	уменьшился на 13%
17	65000	увеличился на 10%	7800	уменьшился на 10%
18	77000	увеличился на 9%	4000	уменьшился на 20%
19	87000	увеличился на 10%	5400	уменьшился на 13%
20	85000	увеличился на 15%	6000	уменьшился на 20%
21	99000	увеличился на 3%	4800	уменьшился на 15%
22	110000	увеличился на 5%	9500	уменьшился на 13%
23	55500	увеличился на 5%	3000	уменьшился на 13%
24	60000	увеличился на 10%	4000	уменьшился на 5%
25	70000	увеличился на 15%	6000	уменьшился на 10%

**Контрольная работа №2**

Тема работы: Виды цен и их структура.

**Задача 1.** Определить показатели движения рабочей силы (коэффициент выбытия кадров, коэффициент приема кадров, коэффициент текучести кадров), используя данные табл. 2.1.

Таблица 2.1

## Исходные данные

№ варианта	Показатели					
	Среднесписочная численность, чел	Принятые на работу, чел.	Выбыли, чел., в том числе			
			на пенсию	в ряды вооруженных сил	по собственному желанию	за нарушение трудовой дисциплины
1	1500	100	20	5	42	3
2	2000	110	19	7	54	5
3	1800	115	18	8	44	8
4	1700	112	15	10	53	4
5	1450	95	13	9	51	7
6	1600	112	12	12	58	6
7	1650	113	21	11	60	5
8	1300	116	25	10	55	3

Окончание табл. 2.1.

№ варианта	Показатели					
	Среднесписочная численность, чел	Принятые на работу, чел.	Выбыли, чел. в том числе			
			на пенсию	в ряды вооруженных сил	по собственному желанию	за нарушение трудовой дисциплины
9	1400	115	20	10	60	4
10	1350	118	15	8	50	5
11	1600	140	18	5	38	7
12	1650	135	20	6	39	10
13	1630	116	19	7	48	12
14	1480	98	17	8	49	11
15	1490	99	14	9	51	8
16	2050	100	13	10	55	9
17	2100	110	14	11	47	5
18	1800	116	15	12	46	6
19	1895	117	16	13	35	7
20	1700	118	18	14	55	8
21	1600	100	20	5	52	3
22	2100	110	19	7	34	5
23	1900	115	18	8	54	8
24	1300	112	15	10	43	4
25	1850	95	13	9	61	7

**Задача 2.** Рассчитать денежное довольствие пожарного, используя данные табл. 2.2.

**Задача 3.** Составить смету затрат на производство по экономическим элементам. Исходные данные представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

## Исходные данные

№ варианта	Значение показателя, тыс. руб.										
	Сырье и основные материалы	Вспомогательные материалы	Покупные полуфабрикаты и комплектующие	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Топливо для технологических целей	Энергия для технологических целей	Страховые взносы на обязательное социальное страхование	Амортизация ОПФ	Транспортный налог	Прочие производственные
1	5230	1430	230	7520	3250	300	120	3231	790	350	2100
2	5500	1300	250	8000	3000	250	130	3300	800	300	2050
3	4500	1250	210	4650	2680	180	135	3280	810	280	1950
4	4850	1460	240	8100	3250	200	145	3405	850	290	1980
5	5000	1500	245	6500	1500	180	135	2400	700	200	1800
6	5400	1600	230	7600	3000	300	120	2880	790	350	2100
7	5500	1700	250	7800	3220	250	130	3306	800	300	2050
8	4500	1500	210	7550	1980	180	135	3159	810	280	1950

9	4850	1660	240	8000	3550	200	145	3465	850	290	1980
10	5000	1600	245	7700	2700	180	135	3120	700	200	1800
11	5700	1500	235	7600	3000	400	140	2880	690	350	3100
12	6500	1800	255	7800	3200	350	150	3306	700	300	2150
13	4700	1550	215	7550	2980	280	139	3159	910	280	2950
14	4950	1670	245	8000	3550	270	155	3465	870	290	2980
15	5100	1800	248	7700	2700	280	145	3120	750	200	2800
16	6700	1800	248	7600	3000	300	140	2880	790	350	1100
17	5500	1900	256	7800	3220	250	150	3306	800	300	1150
18	4900	1950	245	7550	2980	280	139	3159	810	280	1950
19	5950	1870	265	8000	3550	230	155	3465	770	290	1980
20	6100	1890	268	7700	2700	250	145	3120	850	200	1800
21	5000	1500	250	7600	3000	400	140	2880	770	350	2100
22	6000	1800	300	7800	3220	350	150	3306	800	300	2000
23	4900	1550	315	7550	2980	280	139	3159	810	280	1900
24	5950	1670	345	8000	3550	270	155	3465	880	290	1980
25	6100	1800	348	7700	2700	280	145	3120	650	200	1800

**Задача 4.** Определить все виды прибыли. Исходные данные представлены в табл.

2.4.

Таблица 2.4

Исходные данные

№ варианта	Значение показателя							
	Выручка от реализации (В), тыс. руб..	Себестоимость реализованной продукции (С), тыс. руб..	Коммерческие и управленческие расходы (З к), тыс. руб..	Операционные доходы (Допр.), тыс. руб..	Операционные расходы (З опер.), тыс. руб..	Внерезидентские доходы (Д вн.), тыс. руб..	Внерезидентские расходы (З вн.), тыс. руб..	Налог на прибыль, %
1	2604	1630	460	18	16	16	8	20
2	2800	1900	500	15	13	14	5	20
3	2750	1800	430	16	15	12	5	20
4	2100	1750	390	13	11	10	6	20
5	2500	1690	400	12	12	13	4	20
6	2610	1930	430	16	18	16	10	20
7	2780	1990	550	13	13	14	9	20
8	2890	1840	460	20	18	12	8	20
9	2340	1795	490	23	13	10	7	20
10	2680	1590	399	21	14	13	6	20
11	3110	1550	439	18	15	10	8	20
12	2880	1900	559	15	14	12	7	20
13	2900	1880	469	19	16	11	8	20
14	2550	1995	499	20	15	14	7	20
15	2660	1790	397	21	15	13	8	20
16	3220	2000	400	18	15	10	8	20
17	2880	1900	500	15	14	12	7	20

18	2990	1990	460	19	16	11	8	20
19	2770	1770	490	20	15	14	7	20
20	2880	1880	290	21	15	13	8	20
21	3610	2930	630	26	15	16	11	20
22	3780	2990	650	23	13	14	9	20
23	3890	2840	660	20	19	12	10	20
24	3340	2795	690	23	13	10	7	20
25	3680	2590	699	21	18	13	10	20

**Задача 5.** Определить все виды рентабельности. Исходные данные представлены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Исходные данные

№ варианта	Значение показателя								
	Объем реализации (Q), ед.	Себестоимость единицы продукции (Сед.), руб.	Цена единицы продукции (Цед.), руб.	Долгосрочный кредит (Кд), тыс. руб.	Собственный капитал (Кс), тыс. руб.	Среднегодовая стоимость основных фондов (Фсг.), тыс. руб.	Среднегодовая стоимость оборотных средств (Обс), тыс. руб.	Прибыль от продаж (Пп), тыс. руб.	Прибыль до налогообложения (Пб), тыс. руб.
1	2400	1200	460	1600	3500	2700	2600	990	810
2	2800	1900	500	1900	4000	3000	2700	1000	900
3	2750	1700	430	1800	3800	2800	2750	900	800
4	2100	1600	340	1700	3000	2600	2500	800	700
5	2500	1690	400	1650	2900	2600	2500	900	820
6	2500	1100	450	1500	3000	2600	2500	900	710
7	2900	1400	500	2000	3500	3000	2600	880	700
8	2880	1600	400	1900	3900	2700	2600	900	790
9	2300	1500	350	1700	2800	2500	2400	800	700
10	2700	1490	430	1690	2850	2690	2550	990	820
11	3510	1000	450	2500	3000	2500	2500	1000	910
12	3100	1200	500	2100	3500	3100	2600	900	800
13	3580	1500	400	1900	3900	2710	2600	900	795
14	4000	1600	350	1900	2800	3500	2400	1000	900
15	3700	1400	430	1600	2850	2600	2550	990	890
16	2555	1200	650	1600	3100	2600	2600	990	890
17	2900	1400	500	2000	3500	3000	2600	880	700
18	2800	1300	600	1700	3600	2790	2800	1000	900
19	2600	1500	550	1800	2800	2700	2600	900	790
20	2700	1390	430	1700	2350	2490	2450	990	870
21	3200	1900	400	1680	2600	2500	2450	700	690
22	3000	1790	450	1750	2500	2650	2550	800	600
23	2950	1800	390	1650	2400	2700	2600	900	570
24	2870	1900	380	1580	2800	2800	2000	750	470
25	2690	1600	360	1600	2500	2900	2100	700	400

## Методика оценки контрольной работы

### *Критерии оценивания:*

правильность выполнения работы  
самостоятельность выполнения работы  
уверенность изложения решения  
логичность и последовательность изложения решения  
аргументированность изложения решения

### *Правила оценивания:*

правильность выполнения работы – 3 балла  
самостоятельность выполнения работы – 1 балл  
уверенность изложения решения – 1 балл  
логичность и последовательность изложения решения – 2 балла  
аргументированность изложения решения – 3 балла

### *Критерии оценки:*

9-10 баллов (90-100%) - оценка «отлично»  
7-8 баллов (70-89%) - оценка «хорошо»  
5-6 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»  
0-4 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Специальность

**20.02.04 Пожарная безопасность**


программа подготовки специалистов среднего звена

базовая подготовка

на базе основного общего образования

Авторы: Полежаева М.В.

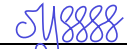
Одобрена на заседании кафедры  
Экономики и менеджмента  
(название кафедры)

Зав. кафедрой   
(подпись)

Мочалова Л.А.  
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 29.08.2022  
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией  
Горно-технологического факультета  
(название факультета)

Председатель   
(подпись)

Колчина Н.В.  
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022  
(Дата)

Екатеринбург  
2022



## **ВВЕДЕНИЕ**

Данные методические рекомендации необходимы для студентов специальности 20.02.04 Пожарная безопасность при организации самостоятельной работы по дисциплине «Экономические аспекты обеспечения пожарной безопасности» в рамках подготовки и защиты курсовой работы.

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки курсовой работы, требования к её оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

### **1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

#### **1.1. Цели и задачи курсовой работы**

Подготовка курсовой работы по дисциплине «Экономические аспекты обеспечения пожарной безопасности» студентами специальности 20.02.04 «Пожарная безопасность» является важным этапом образовательного процесса, в ходе которого закладываются компетенции, позволяющие студенту оценивать бизнес и управлять факторами его стоимости. Курсовая работа по дисциплине «Экономические аспекты обеспечения пожарной безопасности» должна быть выполнена в форме самостоятельно проведенного исследования и продемонстрировать способность студента грамотно пользоваться литературой, умение обобщать и анализировать собранную информацию, критически оценивать существующие идеи, теории и концепции, излагать свои мысли, грамотно структурировать материал.

Задачами выполнения курсовой работы по дисциплине «Экономические аспекты обеспечения пожарной безопасности» являются:

- расширение и закрепление теоретических знаний, полученных студентами в процессе лекционных и практических занятий по дисциплине;
- углубленное изучение отдельных разделов дисциплины;
- овладение навыками работы со специальной экономической литературой (монографии, брошюры, журналы, газеты и др.);
- формирование умения сопоставлять два варианта систем пожарной безопасности объекта: базовый (Б) и новый (Н), путем расчета экономических показателей: катальные затраты, эксплуатационные расходы, среднегодовой ущерб от пожаров, годовой экономический эффект и делать вывод о целесообразности применения нового (предлагаемого) варианта пожарной безопасности.

#### **1.2. Типовая тема и структура курсовой работы**

**Типовая тема курсовой работы:** «Обеспечение пожарной безопасности на предприятии».

## Структура курсовой работы:

ВВЕДЕНИЕ (краткая характеристика отрасли промышленности).....	...
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ (Пожарная безопасность на предприятиях (.....) промышленности).....	...
1.1. Причины возникновения пожара на предприятии (.....) промышленности.....	...
1.2. Общие требования правил пожарной безопасности на предприятиях (.....) промышленности.....	...
1.3. Особенности тушения пожара на предприятиях (.....) промышленности.....	...
2. ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ И ВЫБОР БАЗЫ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ.....	...
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОСНОВНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	...
3.1. Вариант 1. Защита цеха существующими средствами противопожарной защиты.....	...
3.1.1. Определение прямого ущерба от пожара.....	...
3.1.2. Определение косвенного ущерба от простоя объекта.....	...
3.1.3. Определение ущерба от пожара по варианту 1.....	...
3.2. Вариант 2. Определение величины основных показателей.....	...
3.2.1. Выполнение расчетов эксплуатационных расходов на содержание АУП.....	...
3.2.2. Определение ущерба от пожара по варианту 2.....	...
3.3. Сопоставление вариантов и определение экономического эффекта.....	...
4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	...
5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	...

## 2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРИМЕРЫ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

### 2.1. Рекомендации по подготовке основных разделов курсовой работы

ВВЕДЕНИЕ по своему объему не должно превышать 2 страницы. Во введении не включают схемы, таблицы, описания и т. п.

*Во введении необходимо:*

- обосновать актуальность темы;
- сформулировать цель работы (по названию темы);

- определить задачи работы (т. е. обозначить основные рассматриваемые в ней вопросы, рассматриваемые в главах и параграфах);
- охарактеризовать источники получения информации и статистических данных.

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ** призвана отразить кругозор автора в области обеспечения пожарной безопасности на предприятиях данной отрасли промышленности. В ней должны быть отражены причины возникновения пожара на, требования к технике безопасности и особенности тушения пожара на предприятиях данной промышленности.

Обязательным элементом подготовки данной главы являются обзор и критический анализ литературы по данному вопросу. Кроме того, автор должен показать знание основных законодательных и др. нормативно-правовых актов, регулирующих сферу пожарной безопасности.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОСНОВНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ (ПРАКТИЧЕСКАЯ ГЛАВА)** предполагает сопоставление двух вариантов систем пожарной безопасности объекта: базовый (Б) и новый (Н)

Экономический эффект необходимо рассчитать путем сопоставления приведенных затрат базового и нового вариантов. Приведенные затраты на пожарную безопасность по вариантам представляют собой сумму годовых эксплуатационных расходов, капитальных затрат с учетом нормативного коэффициента экономической эффективности капитальных вложений и среднегодового ущерба от пожаров на защищаемом объекте. Согласно действующей типовой методике, лучшим является вариант, имеющий меньшую величину приведенных затрат.

В результате выполнения этой задачи студент представляет базовый и новый варианты пожарной безопасности, расчеты: капитальных затрат, эксплуатационных расходов, среднегодового ущерба от пожаров, годового экономического эффекта.

В целом *при написании курсовой работы необходимо соблюдать следующие требования:*

- каждую главу должно завершать краткое резюме, обобщающее изложенный материал и служащее логическим переходом к следующей главе;
- недопустимо использование устаревших статистических данных и нормативных материалов.

В **ЗАКЛЮЧЕНИИ** необходимо сделать вывод о целесообразности применения нового (предлагаемого) варианта пожарной безопасности.

*При его написании целесообразно:*

- упомянуть цель, которая ставилась в начале работы;
- сжато описать основные этапы работы и результаты, полученные в ходе ее выполнения.

Заключение не должно содержать новой информации, положений, выводов и т. д., которые до этого не рассматривались в работе. Рекомендуемый объем заключения – 2 страницы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ должен содержать перечень только тех источников, которые были использованы при написании курсовой работы. Минимальное количество данных источников – 10.

## **2.2. Пример расчета курсового проекта**

### **2.2.1. Формулировка задачи и выбор базы для сравнения**

Основной цех химического завода имеет балансовую стоимость 280 млн руб. и выпускает в сутки продукции на 1500 тыс. руб. Технологический процесс производства характеризуется повышенной пожарной опасностью.

Далее необходимо привести краткую характеристику пожарной опасности защищаемого объекта и существующей системы противопожарной защиты.

Анализ статистических данных о пожарах на аналогичных объектах показывает, что ввиду быстрого распространения огня по площади здания цеха пожар принимает большие размеры и приносит значительный ущерб. Предполагается, что применения автоматической установки пожаротушения (АУП) пенной позволит уменьшить величину ущерба от пожаров.

Рассмотрим два варианта защиты цеха:

**Вариант 1.** Без АУП (базовый), когда объект защищен существующими средствами противопожарной защиты.

**Вариант 2.** Новый вариант, когда к существующей защите объекта добавляется АУП пенного тушения.

### **2.2.2. Определение величины основных экономических показателей**

Основными показателями по каждому варианту защиты цеха являются:

- капитальные вложения  $K_1$  и  $K_2$ , руб.;
- эксплуатационные расходы  $C_1$  и  $C_2$ , руб./год;
- ущерб от пожаров  $U_1$  и  $U_2$ , руб./год.

Расчет сравнительной экономической эффективности пожарной безопасности позволяет исключать одинаковые затраты, входящие в каждый из основных показателей. Такими одинаковыми затратами для данного примера являются расходы на содержание пожарной охраны. Приступим к определению основных показателей.

## Вариант 1.

### Защита цеха существующими средствами противопожарной защиты

Дополнительные капитальные вложения отсутствуют,  $K1 = 0$ . Годовые эксплуатационные расходы на них также отсутствуют,  $C1 = 0$ .

Определяем ущерб от пожаров  $U$ , он включает в себя *прямой ущерб*  $U_{1п}$  и *косвенный ущерб*  $U_{1к}$ :

$$U_1 = U_{1п} + U_{1к}.$$

#### Определение прямого ущерба от пожара

Прямой ущерб  $U_{1п}$  включает в себя составляющие ущерба от пожара по основным фондам ( $U_{осн.ф}$ ) и оборотным фондам цеха ( $U_{об.ф}$ ):

$$U_{п} = U_{осн.ф} + U_{об.ф}.$$

Прямой ущерб от пожара по основным фондам ( $U_{осн.ф}$ ) определяем из выражения:

$$U_{осн.ф} = Фб.с.к + Фб.об - \sum И - Сост + Зл.п.п,$$

где  $Фб.с.к$  и  $Фб.об$  – соответственно величины балансовой стоимости строительных конструкций здания цеха и части оборудования, которые уничтожены пожаром, руб.;

$$\sum И = Ис.к + Ич.об.$$

где  $Ис.к$  - коэффициент износа уничтоженных пожаром строительных конструкций;  $Ич.об$  - износ части оборудования, которые уничтожены пожаром, руб.

Величины износа уничтоженных пожаром строительных конструкций цеха  $Ис.к$  и части оборудования  $Ич.об$  определяют по формулам:

$$Ис.к = Фб.с.к / 100(На_{зд} \cdot Т_{зд}), \text{ руб.};$$

$$Ич.об = Фб.об / 100(На_{об} \cdot Т_{об}), \text{ руб.},$$

где  $На_{зд}$ ,  $На_{об}$ . – соответственно годовая норма амортизации здания цеха и оборудования, % в год;  $Т_{зд}$ ,  $Т_{об}$  – соответственно время эксплуатации здания и оборудования с момента последней переоценки основных фондов или с момен-

та ввода новостроек в строй действующих (после переоценки основных фондов) до пожара, год.

«Нормы амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства страны» (М.: Экономика, 2000) установлены, как правило, в процентах к балансовой стоимости основных фондов.

На данном объекте пожар произошел через 6,5 лет после ввода его в эксплуатацию ( $T_{зд} = T_{об} = 6,5$  лет). Пожаром уничтожены строительные конструкции здания цеха, балансовая стоимость которых 6000 тыс. руб.

( $\Phi_{бс.к} = 6000$  тыс. руб.); часть технологического оборудования на 7500 тыс. руб. ( $\Phi_{б.об} = 7500$  тыс. руб.); стоимость остатков составила 350 тыс. руб. ( $C_{ост} = 350$  тыс. руб.). Затраты на ликвидацию последствий пожара составили 750 тыс. руб. ( $Зл.п.п = 750$  тыс. руб.), к ним относятся затраты на разборку и демонтаж уничтоженных строительных конструкций и технологического оборудования, приведение в порядок места пожара и т. п. Пожаром уничтожено оборотных фондов на 1400 тыс. руб. ( $У_{об.ф} = 1400$  тыс. руб.). Годовая норма амортизации на здание цеха равна 1,2 % в год ( $На_{м.зд} = 1,2$  % в год), а на оборудование – 8,5 % в год ( $На_{об.} = 8,5$  % в год).

Определяем ущерб от пожара по строительным конструкциям здания цеха  $У_{с.к}$ :

$$У_{с.к} = \Phi_{б.с.к} - Ис.к = \Phi_{б.с.к} - \Phi_{б.с.к} \cdot На_{зд} \cdot T_{зд} / 100;$$

$$У_{с.к} = \Phi_{б.с.к}(1 - На_{зд} \cdot T_{зд} / 100) = 6000(1 - 1,2 \cdot 6,5/100) = 5530 \text{ тыс. руб.}$$

Определяем ущерб от пожара по технологическому оборудованию  $У_{об}$ :

$$У_{об} = \Phi_{б.ч.об} - И_{об} = \Phi_{б.ч.об}(1 - На_{об} \cdot T_{об} / 100);$$

$$У_{об} = 7500 (1 - 8,5 \cdot 6,5/100) = 3350 \text{ тыс. руб.}$$

Определяем прямой ущерб по варианту 1:

$$У_{п} = У_{с.к} + У_{об} - С_{ост} + Зл.п.п + У_{об.ф};$$

$$У_{п} = 5530 + 3350 - 350 + 750 + 1400 = 10680 \text{ тыс. руб.}$$

## Косвенный ущерб от простоя объекта

Косвенный ущерб от простоя производства ( $У1к$ ), вызванного пожаром, определим по выражению:

$$У1к = У_{у-п.р} + У_{у.п} + У_{п.э}, \text{ руб.},$$

где  $У_{у-п.р}$  – потери от условно-постоянных расходов, которые несет предприятие при временном простое производства;  $У_{у.п}$  – упущенная прибыль из-за недовыпуска продукции за время простоя производства;  $У_{э.п}$  – потери эффективности дополнительных капитальных вложений, отвлекаемых на восстановление основных фондов, уничтоженных пожаром.

Потери от условно-постоянных расходов, которые несет предприятие при простое производства определяют по выражению:

$$У_{у.п.р} = \sum \Pi_i \cdot C_i \cdot t \cdot R_{у.п}, \text{ руб.}$$

где  $\Pi_i$  – производительность цеха, участка, агрегата, простаивающих по причине пожара, ед. изм./ед. времени;

$C_i$  – себестоимость единицы продукции одного вида, руб./ед. изм.;

$i$  – количество видов продукции ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ );

$t_{пр} = t_{пж} + t_{л.п.п}$  – время простоя производства, ед. времени; оно включает в себя время пожара ( $t_{пж}$ ) и время на ликвидацию последствий пожара, подготовку и пуск производственного оборудования ( $t_{л.п.п}$ ).

В нашем примере  $t_{пр} = 7 \text{ сут.}$

$R_{у.п.}$  – показатель, учитывающий условно-постоянные затраты и заработную плату в себестоимости продукции.

Показатель  $R_{у.п.}$  определяют по выражению:

$$R_{у.п.} = 1/100(Нам + Нз.п + Нп.з) = 1/100(10,4 + 12,2 + 3,7) = 0,263,$$

где  $Нам$ ,  $Нз.п$ ,  $Нп.з$  – соответственно процент амортизации, заработной платы и прочих затрат в себестоимости продукции, % (Российский статистический ежегодник «Народное хозяйство РФ»); см. таблицу Структура экономических элементов затрат на производство промышленной продукции по отраслям промышленности (прил. табл. 9.)

Для нашего примера  $\Pi_i \cdot C_i = 1500 \text{ тыс. руб./сут.},$



$$Уу.п.р = 1500 \cdot 7 \cdot 0,263 = 2760 \text{ тыс. руб.}$$

Упущенная прибыль из-за недовыпуска продукции за время простоя (пр = 7 сут.).

$$Уу.п = П_i \cdot C_i \cdot t_{пр} \cdot R_c / 100 = 1500 \cdot 7 \cdot 25 / 100 = 2620 \text{ тыс. руб.},$$

где  $R_c$  – рентабельность продукции в процентах к ее себестоимости.

$$R_c = 25 \%$$

Потери эффекта дополнительных капитальных вложений, отвлекаемых на восстановление уничтоженных пожаром основных фондов, исходя из степени повреждения их балансовой стоимости:

$$Уп.э = Ен.п \cdot Ус.к + Ен.а \cdot Уч.об = 0,12 \cdot 5530 + 0,15 \cdot 3350 = 1167 \text{ тыс. руб.},$$

где  $Ен.п$ ,  $Ен.а$  – соответственно нормативные коэффициенты экономической эффективности капитальных вложений в пассивные и активные основные фонды;  $Ен.п = 0,12$  /год,  $Ен.а = 0,15$  /год.

#### **Величина косвенного ущерба по варианту 1 составит:**

$$У1к = Уу.п.р + Уу.п + Уп.э = 2760 + 2620 + 1167 = 6547 \text{ тыс. руб.}$$

#### **Ущерб от пожара по варианту 1 составит:**

$$У1 = У1п + У1к = 10680 + 6547 = 17227 \text{ тыс. руб.}$$

Среднегодовой ущерб от пожара на данном объекте ( $У1_{ср}$ ) при частоте возникновения пожара  $R_{в.п} = 0,1$  пож./год (1 пожар в 10 лет) равен:

$$У1_{ср} = У1 \cdot R_{в.п} = 17227 \cdot 0,1 = 1722,7 \text{ тыс. руб./год.}$$

### **Вариант 2.**

#### **Определение основных показателей**

Капитальные вложения на устройство автоматической установки тушения пожара пеной, согласно смете, составляют  $K2 = 1038$  тыс. руб.

Выполнение расчета эксплуатационных расходов на содержание АУП по выражению:

$$C2 = A + P_{к.р} + P_{т.р} + P_{с.о.п} + P_{о.в} + P_{эл}, \text{руб./год.}$$

Годовые амортизационные отчисления АУП составят:

$$A = K2 \cdot \text{Нам} / 100 = 1038 \cdot 4,9 / 100 = 50,7 \text{ тыс. руб./год,}$$

где Нам = 4,9 % в год – норма амортизационных отчислений для АУП.

Затраты на капитальный ремонт АУП составят:

$$P_{к.р} = K2 \cdot \text{Нк.р} / 100 = 1038 \cdot 1,9 / 100 = 19,65 \text{ тыс. руб./год,}$$

где Нк.р = 1,9 % в год, норма отчислений на капремонт для АУП (пенных).

Затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание АУП:

$$P_{т.р} = K2 \cdot \text{Нт.р} / 100 = 1038 \cdot 4,5 / 100 = 46,5 \text{ тыс. руб./год,}$$

где Нт.р = 4,5 % в год – норма отчислений на текущий ремонт и техобслуживание.

Затраты на содержание обслуживающего персонала для АУП:

$$P_{с.о.п} = 12 \cdot Ч \cdot Зп \cdot Зд.о.п = 12 \cdot 1,75 \cdot 2,5 \cdot 1,86 = 97,7 \text{ тыс. руб./год,}$$

где Ч – численность работников обслуживающего персонала определяется по методике, разработанной кафедрой пожарной автоматики, чел.;

Зп – должностной оклад работника, тыс. руб./месяц;

Зд.о.п = 1,8-2,3 – коэффициент, учитывающий различного рода надбавки, дополнительную зарплату и начисления на единый социальный налог и др.

Затраты на огнетушащее вещество ( $P_{о.в}$ ) определяются, исходя из их суммарного годового расхода ( $W_{о.в}$ ) и оптовой цены ( $Ц_{о.в}$ ) единицы огнетушащего вещества ( $ПО - 1$ ) с учетом транспортно-заготовительно-складских расходов ( $ктр.з.с. = 1,3$ ).

$$P_{о.в} = W_{о.в} \cdot Ц_{о.в} \cdot ктр.з.с = 2,52 \cdot 30 \cdot 1,3 = 98,3 \text{ тыс. руб. /год.}$$

Затраты на электроэнергию ( $P_{эл}$ ) определяют по формуле:

$$P_{эл} = N \cdot Ц_{эл} \cdot Тр \cdot ки.м = 1,22 \cdot 50 \cdot 25 \cdot 0,8 = 1220 \text{ руб./год,}$$

где N - установленная электрическая мощность, кВт;

Ц<sub>эл</sub> – стоимость 1кВт·ч электроэнергии, руб. (принимают тариф соответствующего субъекта Российской Федерации);

Тр – годовой фонд времени работы установленной мощности, ч.;

ки.м – коэффициент использования установленной мощности.

Общие эксплуатационные расходы на содержание АУП составят:

$$C_2 = 50,7 + 19,65 + 46,5 + 97,7 + 98,3 + 1,22 = 314 \text{ тыс. руб. /год.}$$

### **Определение ущерба от пожара по варианту 2**

Вариант с АУП позволяет значительно уменьшить размеры возможного пожара и сократить ущерб от него. Пожаром будет уничтожено технологическое оборудование балансовой стоимостью (Фбч.об) на 900 тыс. руб. и оборотных фондов (Фб.об.ф) на 150 тыс. руб. Затраты на ликвидацию последствий пожара (Зл.п.п) составят 85 тыс. руб. Простой производства составит одни сутки.

Ущерб по оборудованию составит:

$$У_{об} = Фб.ч.об - И_{об} = Фбч.об(1 - На_{об} \cdot Т_{об} / 100) = 900(1 - 8,5 \cdot 6,5 / 100) = 425 \text{ тыс. руб.}$$

### **Прямой ущерб по варианту 2:**

$$У_{2п} = У_{об} + Зл.п.п + У_{об.ф} = 425 + 85 + 150 = 660 \text{ тыс. руб.}$$

### **Определяем косвенный ущерб от пожара по варианту 2.**

Потери от условно-постоянных расходов предприятия составят:

$$У_{у.п.р} = \sum \Pi_i \cdot C_i \cdot t_{п.р} \cdot R_{у.п.} = 1500 \cdot 1 \cdot 0,263 = 400 \text{ тыс. руб.}$$

Упущенная прибыль из-за недовыпуска продукции:

$$У_{у.п} = \sum \Pi_i \cdot C_i \cdot t_{п.р} \cdot R_c / 100 = 1500 \cdot 1 \cdot 0,25 = 376 \text{ тыс. руб.}$$

Потери эффективности дополнительных капвложений, отвлекаемых на восстановление основных фондов, уничтоженных пожаром:

$$У_{п.э} = E_n \cdot У_{ч.об} = 0,15 \cdot 425 = 64 \text{ тыс. руб.}$$

### **Величина косвенного ущерба по варианту 2 составит:**

$$У_{2к} = У_{у.п.р} + У_{у.п} + У_{п.э} = 400 + 376 + 64 = 840 \text{ тыс. руб.}$$

### **Ущерб от пожара по варианту 2 составит:**

$$У2 = У2п + У2к = 660 + 840 = 1500 \text{ тыс. руб.}$$

Среднегодовой ущерб от пожара на данном объекте  $У2ср$  в случае срабатывания АУП составит:

$$У2ср = У2 \cdot Рв.п = 1500 \cdot 0,1 = 150 \text{ тыс. руб. год.}$$

Для автоматических установок тушения пожаров пеной вероятность выполнения задачи составляет  $(Рв.з) = 0,79$ . Тогда с учетом уровня эксплуатационной надежности АУП необходимо скорректировать размер расчетного ущерба ( $У2р$ ) по варианту 2 следующим образом:

$$У2р = У2ср \cdot Рв.з + У1ср (1 - Рв.з) = 150 \cdot 0,79 + 1722,7 \cdot 0,21 = 118,5 + 362,5 = 481 \text{ тыс. руб./год,}$$

где  $У1ср$ ,  $У2ср$  – соответственно среднегодовая величина ущерба для объекта, при невыполнении задачи (отсутствии АУП) и при выполнении задачи (тушении АУП), тыс. руб./год.

#### **2.2.4. Сопоставление вариантов и определение экономического эффекта**

Согласно действующей типовой методике определения экономической эффективности капитальных вложений [3, 4], лучшим является вариант, имеющий меньшую величину приведенных затрат  $Пi$ , определяемую по формуле:

$$Пi = Ki \cdot Ен + Ci \cdot Ui, \text{ руб./год,}$$

где  $Ki$  – капитальные вложения на противопожарную защиту по сравниваемым вариантам, руб.;

$i$  – количество вариантов ( $i = 1, 2, \dots, n$ );

$Ен$  – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, принимаемый в целом по народному хозяйству на уровне не ниже 0,12;

$Рi$  – эксплуатационные расходы на противопожарную защиту по вариантам, руб./год;

$Ui$  – среднегодовой ущерб от пожара по вариантам, руб./год.

В нашем примере имеем следующие значения величин основных показателей по вариантам:

вариант 1:  $K_1 = 0$ ;  $C_1 = 0$ ;  $Y_1 = 1722,7$  тыс. руб./год;

вариант 2:  $K_2 = 1038$  тыс. руб.;  $E_n = 0,15$ ;  $C_2 = 314$  тыс. руб./год;

Определим приведенные затраты по вариантам:

вариант 1:  $\Pi_1 = Y_{1cp} = Y_1 = 1722,7$  тыс. руб./год;

вариант 2:  $\Pi_2 = K_2 \cdot E_n + C_2 + Y_2$  тыс. руб./год.

$$\Pi_2 = 1038 \cdot 0,15 + 314 + 481 = 950,6 \text{ тыс. руб./год.}$$

Приведенные затраты по варианту 2 меньше, чем по варианту 1, следовательно, применение АУП экономически целесообразно.

Годовой экономический эффект  $\Delta\pi$  от применения АУП определяют как разность приведенных затрат рассматриваемых вариантов:

$$\Delta\pi = \Pi_1 - \Pi_2 = 1722,7 - 950,6 = 772,1 \text{ тыс. руб./год.}$$

Итак, годовой экономический эффект от применения АУП составит 772,1 тыс. руб.

### **3. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

#### **3.1. Общие требования к оформлению курсовой работы**

Курсовая работа по дисциплине «Экономические аспекты обеспечения пожарной безопасности» требует изучения и анализа значительного объема статистического материала, формул, графиков и т. п. В силу этого особое значение приобретает правильное оформление результатов проделанной работы.

Текст курсовой работы должен быть подготовлен в печатном виде. Исправления и поправки не допускаются. Текст работы оформляется на листах формата А4, на одной стороне листа, с полями: левое – 25 мм, верхнее – 20 мм, правое – 15 мм и нижнее – 25 мм. При компьютерном наборе шрифт должен быть таким: тип шрифта Times New Roman, кегль 14, межстрочный интервал 1,5. Абзац (красная строка) – 1,25 см.

Заголовки разделов, введения, заключения, списка использованной литературы набираются прописным полужирным шрифтом. Не допускаются подчеркивание заголовка и переносы в словах заголовков. После заголовка, располагаемого посередине строки, точка не ставится.

Расстояние между заголовком и следующим за ней текстом, а также между главой и параграфом составляет 2 интервала.

Рекомендуемый объем курсовой работы (без учета приложений) – не менее 40. Титульный лист курсовой работы оформляется по образцу, данному в приложении.

Текст курсовой работы должен быть разбит на разделы: главы, параграфы и т. д. Очередной раздел нужно начинать с нового листа.

Все страницы курсовой работы должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не ставится.

### **3.2. Таблицы**

Таблицы по содержанию делятся на аналитические и неаналитические. Аналитические таблицы являются результатом обработки и анализа цифровых показателей. Как правило, после таких таблиц делается обобщение, которое вводится в текст словами: «таблица позволяет сделать вывод о том, что...», «таблица позволяет заключить, что...» и т. п.

В неаналитических таблицах обычно помещаются необработанные статистические данные, необходимые лишь для информации и констатации фактов.

Таблицы размещают после первого упоминания о них в тексте таким образом, чтобы их можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Каждая таблица должна иметь нумерационный и тематический заголовок. Тематический заголовок располагается по центру таблицы, после нумерационного, размещённого в правой стороне листа и включающего надпись «Таблица» с указанием арабскими цифрами номера таблицы. Нумерация таблиц сквозная в пределах каждой главы. Номер таблицы состоит из двух цифр: первая указывает на номер главы, вторая – на номер таблицы в главе по порядку (например: «Таблица 2.2» – это значит, что представленная таблица вторая во второй главе).

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим. В одной графе количество десятичных знаков должно быть одинаковым. Если данные отсутствуют, то в графах ставят знак тире. Округление числовых значений величин до первого, второго и т. д. десятичного знака для различных значений одного и того же наименования показателя должно быть одинаковым.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу, при этом заголовок таблицы помещают только над ее первой частью, а над переносимой частью пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы». Если в работе несколько таблиц, то после слов «Продолжение» или «Окончание» указывают номер таблицы, а само слово «таблица» пишут сокращенно, например: «Продолжение табл. 1.1», «Окончание табл. 1.1».

На все таблицы в тексте курсовой работы должны быть даны ссылки с указанием их порядкового номера, например: «... в табл. 2.2».

### 3.3. Формулы

Формулы – это комбинации математических знаков, выражающие какие-либо предложения.

Формулы, приводимые в курсовой работе, должны быть наглядными, а обозначения, применяемые в них, соответствовать стандартам.

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой, в той последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента дается с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия после него.

Формулы и уравнения следует выделять из текста свободными строками. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знака (+), минус (–), умножения (x) и деления (:).

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах всей курсовой работы или главы. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

В тексте ссылки на формулы приводятся с указанием их порядковых номеров, например: «... в формуле (2.2)» (второй формуле второй главы).

### 3.4. Список использованной литературы

Список использованной литературы должен содержать перечень и описание только тех источников, которые были использованы при написании курсовой работы.

В списке должны быть представлены монографические издания отечественных и зарубежных авторов, материалы профессиональной периодической печати (экономических журналов, газет и еженедельников), законодательные и др. нормативно-правовые акты. При составлении списка необходимо обратить внимание на достижение оптимального соотношения между монографическими изданиями, характеризующими глубину теоретической подготовки автора, и периодикой, демонстрирующей владение современными экономическими данными.

Наиболее распространенным способом расположения наименований литературных источников является алфавитный. Работы одного автора перечисляются в алфавитном порядке их названий. Исследования на иностранных языках помещаются в порядке латинского алфавита после исследований на русском языке.

Ниже приводятся примеры библиографических описаний использованных источников.

#### **Статья одного, двух или трех авторов из журнала**

*Зотова Л. А., Еременко О. В.* Инновации как объект государственного регулирования // *Экономист*. 2010. № 7. С. 17–19.

#### **Статья из журнала, написанная более чем тремя авторами**

*Валютный курс и экономический рост / С. Ф. Алексахенко, А. А. Клепач, О. Ю. Осипова [и др.]* // *Вопросы экономики*. 2010. № 8. С. 18–22.

### **Книга, написанная одним, двумя или тремя авторами**

*Иохин В. Я.* Экономическая теория: учебник. М.: Юристъ, 2015. 178 с.

### **Книга, написанная более чем тремя авторами**

*Экономическая теория: учебник / В. Д. Камаев [и др.].* М.: ВЛАДОС, 2011. 143 с.

### **Сборники**

*Актуальные проблемы экономики и управления: сборник научных статей.* Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. 146 с.

#### **Статья из сборника**

*Данилов А. Г.* Система ценообразования промышленного предприятия // *Актуальные проблемы экономики и управления: сб. научных статей.* Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. С. 107–113.

#### **Статья из газеты**

*Крашаков А. С.* Будет ли обвал рубля // *Аргументы и факты.* 2011. № 9. С. 3.

### **3.7. Библиографические ссылки**

Библиографические ссылки требуется приводить при цитировании, заимствовании материалов из других источников, упоминании или анализе работ того или иного автора, а также при необходимости адресовать читателя к трудам, в которых рассматривался данный вопрос.

Ссылки должны быть затекстовыми, с указанием номера соответствующего источника (на который автор ссылается в работе) в соответствии с библиографическим списком и соответствующей страницы.

#### **Пример оформления затекстовой ссылки**

Ссылка в тексте: «При оценке стоимости земли необходимо учесть все возможности ее производственного использования» [17, С. 191].

В списке использованных источников:

17. *Борисов Е. Ф.* Основы экономики. М.: Юристъ, 2008. 308 с.

## **4. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

### **4.1. Подготовка к защите и порядок защиты курсовой работы**

Необходимо заранее подготовить тезисы выступления (план-конспект).

Порядок защиты курсовой работы.

1. Краткое сообщение, характеризующее цель и задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.

2. Ответы студента на вопросы преподавателя.

3. Отзыв руководителя-консультанта о ходе выполнения работы.



### **Советы студенту:**

•Готовясь к защите курсовой работы, вы должны вспомнить материал максимально подробно, и это должно найти отражение в схеме вашего ответа. Но тут же необходимо выделить главное, что наиболее важно для понимания материала в целом, иначе вы сможете проговорить все 15-20 минут и не раскрыть существа вопроса. Особенно строго следует отбирать примеры и иллюстрации.

•Вступление должно быть очень кратким – 1-2 фразы (если вы хотите подчеркнуть при этом важность и сложность данного вопроса, то не говорите, что он сложен и важен, а покажите его сложность и важность).

•Целесообразнее вначале показать свою схему раскрытия вопроса, а уж потом ее детализировать.

•Рассказывать будет легче, если вы представите себе, что объясняете материал очень способному и хорошо подготовленному человеку, который не знает именно этого раздела, и что при этом вам обязательно нужно доказать важность данного раздела и заинтересовать в его освоении.

•Строго следите за точностью своих выражений и правильностью употребления терминов.

•Не пытайтесь рассказать побольше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.

•Не демонстрируйте излишнего волнения и не напрашивайтесь на сочувствие.

•Будьте особенно внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям. И уж ни в коем случае его не перебивайте!

•Не бойтесь дополнительных вопросов – чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь вам или сэкономить время. Если вас прервали, а при оценке ставят в вину пропуск важной части материала, не возмущайтесь, а покажите план своего ответа, где эта часть стоит несколько позже того, на чем вы были прерваны.

•Прежде чем отвечать на дополнительный вопрос, необходимо сначала правильно его понять. Для этого нужно хотя бы немного подумать, иногда переспросить, уточнить: правильно ли вы поняли поставленный вопрос. И при ответе следует соблюдать тот же принцип экономности мышления, а не высказывать без разбора все, что вы можете сказать.

•Будьте доброжелательны и тактичны, даже если к ответу вы не готовы (это вина не преподавателя, а ваша).

### **4.2. Критерии оценки курсовой работы**

Подготовленная и оформленная в соответствии с требованиями курсовая работа оценивается преподавателем по следующим критериям:

теоретический уровень работы;

аналитический уровень работы;

правильность выполненных расчетов;

самостоятельность выполнения работы;

культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);

культура оформления материалов работы (соответствие работы всем стандартным требованиям);

использование литературных источников (достаточное количество, наличие в списке учебников и научных публикаций по теме, современность источников);

умение ориентироваться в материале и отвечать на вопросы по работе;

умение подготовить презентацию к работе (содержательность, логичность и правильное оформление презентации).

Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу. При положительном заключении работа допускается к защите, о чем делается запись на титульном листе работы. При отрицательной оценке работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

### **Внимание**

1. Не допускается сдача скачанных из сети Internet курсовых работ, поскольку, во-первых, это будет рассматриваться как попытка обмана преподавателя, во-вторых, это приводит к формализации получения знаний, в-третьих, в мировой практике ведется борьба с плагиатом при сдаче работ вплоть до отчисления студентов от обучения. В подобном случае курсовая работа не принимается к защите и вместо него выдается новая тема.

2. Студент, не подготовивший и не защитивший курсовую работу, не может быть допущен к экзамену по дисциплине «Экономические аспекты обеспечения пожарной безопасности».

## Исходные данные (пример)

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение показателя	Исходный вариант	
1	Отрасль промышленности		химическая	
2	Балансовая стоимость цеха, млн руб.		280	
3	Стоимость суточной продукции, тыс. руб./сут.	П і С і	1500	
4	Тип установки пожаротушения		П-пенная	
5	Сметная стоимость АУП, тыс. руб.	К 2	1038	
6	Балансовая стоимость строительных конструкций, уничтоженных пожаром, тыс. руб.	Фб с.к	6000	
7	Балансовая стоимость технологического оборудования, уничтоженного пожаром, тыс. руб.	Фб.об	1 в 7500	2 в 900
8	Стоимость остатков основных фондов, пригодных для использования, тыс. руб.	С ост	350	
9	Затраты на ликвидацию последствий пожара, тыс. руб.	Зл.п.п	1 в 750	2в 85
10	Уничтожено оборотных фондов, тыс. руб.	Уоб.ф	1 в 1400	2 в 150
11	Норма амортизации оборудования, %	На.об	8,5	
12	Норма амортизации здания цеха, %	На.зд	1,2	
13	Время эксплуатации здания и оборудования до момента пожара, лет	Тзд.=Тоб.	6,5	
14	Время простоя производства по причине пожара, сут.	пр.	1 в 7	2 в 1
15	Рентабельность продукции в процентах к ее себестоимости, %	Рс	25	
16	Вероятность возникновения пожара, пож./год	Рв.п.	0,1	
17	Норма амортизации АУП, %	На	4,9	
18	Норма отчислений на капитальный ремонт АУП,%	Нк.р.	1,9	
19	Норма отчислений на текущий ремонт АУП,%	Нт.р.	4,5	
20	Численность обслуживающего персонала, чел.	Ч	1,75	
21	Должностной оклад работника, тыс. руб.	Зд.о.р	2,5	
22	Цена огнетушащего вещества, тыс. руб./т	Цо.в	30	
23	Годовой расход огнетушащего вещества, т./год.	Во.в	2,52	
24	Установленная электрическая мощность, квт	N	50	
25	Годовой фонд времени работы, установленной мощности, ч./год	Тр	25	
26	Коэффициент использования установленной мощности	Ки. м.	0,8	
27	Вероятность выполнения задачи	Рв.з	0,79	
28	Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений в пассивные и активные основные фонды	Ен.п	0,12	
		Ен.а	0,15	

**Образец оформления титульного листа контрольной работы**

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**ФГБОУ ВО**

**«Уральский государственный горный университет»**

**Кафедра экономики и менеджмента**

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине:

**«Экономические аспекты обеспечения пожарной безопасности»**

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ВАРИАНТ 1**

Студент: Петров А. В.

Группа:

Преподаватель: Полежаева М. В.

Екатеринбург, 2018

## Исходные данные (с 1 по 5 варианты)

Наименование показателей	Обозначение показателя	Вариант									
		1		2		3		4		5	
1. Отрасль промышленности		металлургическая		машиностроительная		химическая		нефтехимическая		топливная	
2. Балансовая стоимость цеха, млн. руб.		300		290		280		290		310	
3. Стоимость суточной продукции, тыс. руб./сут.	Πi Ci	1600		1500		1400		1500		1450	
4. Тип установки пожаротушения		Π-пенная		Π-пенная		Π-пенная		Π-пенная		Π-пенная	
5. Сметная стоимость АУП, тыс. руб.	К2	1200		1300		1200		1100		1250	
6. Балансовая стоимость строительных конструкций, уничтоженных пожаром, тыс. руб.	Фбс.к	7000		6800		6600		6400		7200	
7. Балансовая стоимость технологического оборудования, уничтоженного пожаром, тыс. руб.	Фб.об	1 в 8000	2 в 1000	1 в 7800	2 в 900	1 в 7600	2 в 800	1 в 7400	2 в 700	1 в 7600	2 в 800
8. Стоимость остатков основных фондов, пригодных для использования, тыс. руб.	Сост	400		380		360		350		380	
9. Затраты на ликвидацию последствий пожар, тыс. руб.	Зл.п.п	1 в 800	2 в 90	1 в 700	2 в 80	1 в 700	2 в 80	1 в 600	2 в 70	1 в 850	2 в 90
10. Уничтожено оборотных фондов, тыс. руб	Уоб.ф	1 в 1500	2 в 160	1 в 1400	2 в 150	1 в 1300	2 в 140	1 в 1130	2 в 200	1 в 1250	2 в 150
11. Норма амортизации оборудования, %	На.об	8,7		8,9		10		9		8,2	
12. Норма амортизации здания цеха, %	На.зд	1		1,2		1		1,2		1,2	
13. Время эксплуатации здания и оборудования до момента пожара, лет	Тзд.=Тоб.	6		5,5		5		6		6	
14. Время простоя производства по причине пожара, сут.	пр.	1 в 6,5	2 в 0,5	1 в 6	2 в 0,5	1 в 8	2 в 1	1 в 8,9	2 в 1	1 в 7	2 в 0,5
15. Рентабельность продукции в процентах к ее себестоимости, %	Р с	15		15		20		20		16	
16. Вероятность возникновения пожара, пож./год	Р в.п.	0,09		0,1		0,1		0,1		0,1	

Окончание таблицы

Наименование показателей	Обозначение показателя	Вариант				
		1	2	3	4	5
17. Норма амортизации АУП, %	Н а	5	4,9	4,9	4,9	5
18. Норма отчислений на капитальный ремонт АУП, %	Н к.р.	1	1,9	1,9	1,9	1,7
19. Норма отчислений на текущий ремонт АУП, %	Н т.р.	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
20. Численность обслуживающего персонала, чел.	Ч	1,7	1,8	1,7	1,6	1,8
21. Должностной оклад работника, тыс. руб.	З д.о.р	2,8	2,5	2,8	2,9	2,7
22. Цена огнетушащего вещества, тыс. руб./т	Ц о.в	30	28	30	28	28
23. Годовой расход огнетушащего вещества, т./год.	W о.в	2,5	2	2,4	2	2,4
24. Установленная электрическая мощность, квт	N	60	55	52	55	28
25. Годовой фонд времени работы, установленной мощности, ч./год	Т р	30	28	26	28	30
26. Коэффициент использования установленной мощности	Ки. м.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
27. Вероятность выполнения задачи	Рв.з	0,84	0,8	0,8	0,8	0,84
28. Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений в пассивные и активные основные фонды	Ен.п	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
	Ен.а	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

**Исходные данные (с 6 по 10 варианты)**

Наименование показателей	Обозначение показателя	Вариант									
		6		7		8		9		10	
1. Отрасль промышленности		нефтехимическая		швейная		кожевенно-обувная, меховая		машиностроительная		химическая	
2. Балансовая стоимость цеха, млн. руб.		286		295		290		315		320	
3. Стоимость суточной продукции, тыс. руб./сут.	Пі Сі	1700		1550		1650		1450		1500	
4. Тип установки пожаротушения		П-пенная		П-пенная		П-пенная		П-пенная		П-пенная	
5. Сметная стоимость АУП, тыс. руб.	К 2	1200		1300		1200		1000		1240	
6. Балансовая стоимость строительных конструкций, уничтоженных пожаром, тыс. руб.	Фбс.к	7000		6800		6600		6200		6800	
7. Балансовая стоимость технологического оборудования, уничтоженного пожаром, тыс. руб.	Фб.об	1 в 8000	2 в 1000	1 в 7800	2 в 900	1 в 7600	2 в 800	1 в 7200	2 в 800	1 в 7800	2 в 890

Наименование показателей	Обозначение показателя	Вариант									
		6		7		8		9		10	
8. Стоимость остатков основных фондов, пригодных для использования, тыс. руб.	Сост	400		380		360		340		380	
9. Затраты на ликвидацию последствий пожара, тыс. руб.	Зл.п.п	1 в 800	2 в 90	1 в 700	2 в 80	1 в 70 0	2 в 80	1 в 700	2 в 70	1 в 700	2 в 80
10. Уничтожено оборотных фондов, тыс. руб.	Уоб.ф	1 в 1500	2 в 160	1 в 1400	2 в 150	1 в 13 00	2 в 140	1 в 1200	2 в 140	1 в 1400	2 в 156
11. Норма амортизации оборудования, %	На.об	8,8		9,2		9,4		9,8		8,6	
12. Норма амортизации здания цеха, %	На.зд	1		1,2		1		1		1,2	
13. Время эксплуатации здания и оборудования до момента пожара, лет	Тзд=Тоб.	6		5,5		5		5,5		5,5	
14. Время простоя производства по причине пожара, сут.	пр.	1 в 8,5	2 в 0,5	1 в 8	2 в 0,5	1 в 7,5	2 в 1	1 в 9	2 в 1	1 в 9	2 в 1
15. Рентабельность продукции в процентах к ее себестоимости, %	Рс	17		18		19		21		17	
16. Вероятность возникновения пожара, пож./год	Рв.п.	0,09		0,1		0,11		0,1		0,09	
17. Норма амортизации АУП, %	На	5,2		4,9		4,9		5,1		5	
18. Норма отчислений на капитальный ремонт АУП, %	Нк.р.	1,8		1,9		1,75		1		1,7	
19. Норма отчислений на текущий ремонт АУП, %	Н т.р.	4,5		4,5		4,9		4,5		4,5	
20. Численность обслуживающего персонала, чел.	Ч	1,7		1,8		1,7		1,5		1,8	
21. Должностной оклад работника, тыс. руб.	Зд.о.р	2,8		2,5		2,88		2,56		2,7	
22. Цена огнетушащего вещества, тыс. руб./т	Цо.в	28		30		30		28		28	
23. Годовой расход огнетушащего вещества, т/год.	Во.в	2,4		2,2		2,4		2,4		2,4	
24. Установленная электрическая мощность, квт	N	55		52		54		60		52	
25. Годовой фонд времени работы, установленной мощности, ч./год	Т р	28		26		28		30		26	
26. Коэффициент использования установленной мощности	Ки.м.	0,8		0,8		0,8		0,8		0,8	
27. Вероятность выполнения задачи	Рв.з	0,8		0,8		0,8		0,84		0,8	
28. Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений в пассивные и активные основные фонды	Ен.п	0,12		0,12		0,12		0,12		0,12	
	Ен.а	0,15		0,15		0,15		0,15		0,15	

### Исходные данные (с 11 по 15 варианты)

Наименование показателей	Обозначение показателя	Вариант									
		11		12		13		14		15	
1. Отрасль промышленности		металлургическая		машиностроительная		химическая		нефтехимическая		топливная	
2. Балансовая стоимость цеха, млн. руб.		300		290		280		290		310	
3. Стоимость суточной продукции, тыс. руб./сут.	Πi Ci	1600		1500		1400		1500		1450	
4. Тип установки пожаротушения		Π-пенная		Π-пенная		Π-пенная		Π-пенная		Π-пенная	
5. Сметная стоимость АУП, тыс. руб.	K2	1200		1300		1200		1100		1250	
6. Балансовая стоимость строительных конструкций, уничтоженных пожаром, тыс. руб.	Фбс.к	7000		6800		6600		6400		7200	
7. Балансовая стоимость технологического оборудования, уничтоженного пожаром, тыс. руб.	Фб.об	1 в 8000	2 в 1000	1 в 7800	2 в 900	1 в 7600	2 в 800	1 в 7400	2 в 700	1 в 7600	2 в 800
8. Стоимость остатков основных фондов, пригодных для использования, тыс. руб.	Сост	400		380		360		350		380	
9. Затраты на ликвидацию последствий пожар, тыс. руб.	Зл.п.п	1 в 800	2 в 90	1 в 700	2 в 80	1 в 700	2 в 80	1 в 600	2 в 70	1 в 850	2 в 90
10. Уничтожено оборотных фондов, тыс. руб.	Уоб.ф	1 в 1500	2 в 160	1 в 1400	2 в 150	1 в 1300	2 в 140	1 в 1130	2 в 200	1 в 1250	2 в 150
11. Норма амортизации оборудования, %	Н а.об	8,7		8,9		10		9		8,2	
12. Норма амортизации здания цеха, %	Н а.зд	1		1,2		1		1,2		1,2	
13. Время эксплуатации здания и оборудования до момента пожара, лет	Тзд.=Тоб	6		5,5		5		6		6	
14. Время простоя производства по причине пожара, сут.	пр.	1 в 6,5	2 в 0,5	1 в 6	2 в 0,5	1 в 8	2 в 1	1 в 8,9	2 в 1	1 в 7	2 в 0,5
15. Рентабельность продукции в процентах к ее себестоимости, %	Рс	15		15		20		20		16	
16. Вероятность возникновения пожара, пож./год	Рв.п.	0,09		0,1		0,1		0,1		0,1	
17. Норма амортизации АУП, %	На	5		4,9		4,9		4,9		5	
18. Норма отчислений на капитальный ремонт АУП, %	Нк.р.	1		1,9		1,9		1,9		1,7	
19. Норма отчислений на текущий ремонт АУП, %	Нт.р.	4,5		4,5		4,5		4,5		4,5	
20. Численность обслуживающего персонала, чел.	Ч	1,7		1,8		1,7		1,6		1,8	
21. Должностной оклад работника, тыс. руб.	Зд.о.р	2,8		2,5		2,8		2,9		2,7	



Наименование показателей	Обозначение показателя	Вариант				
		11	12	13	14	15
22. Цена огнетушащего вещества, тыс. руб./т	Цо.в	30	28	30	28	28
23. Годовой расход огнетушащего вещества, т./год.	Wo.в	2,5	2	2,4	2	2,4
24. Установленная электрическая мощность, квт	N	60	55	52	55	28
25. Годовой фонд времени работы, установленной мощности, ч./год	T p	30	28	26	28	30
26. Коэффициент использования установленной мощности	Ки.м.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
27. Вероятность выполнения задачи	Pв.з	0,84	0,8	0,8	0,8	0,84
28. Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений в пассивные и активные основные фонды	Ен.п	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
	Ен.а	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

**Исходные данные (с 16 по 20 варианты)**

Наименование показателей	Обозначение показателя	Вариант									
		21		22		23		24		25	
1. Отрасль промышленности		металлургическая		машиностроительная		химическая		нефтехимическая		топливная	
2. Балансовая стоимость цеха, млн. руб.		300		290		280		290		310	
3. Стоимость суточной продукции, тыс. руб./сут.	Πi Ci	1600		1500		1400		1500		1450	
4. Тип установки пожаротушения		Π-пенная		Π-пенная		Π-пенная		Π-пенная		Π-пенная	
5. Сметная стоимость АУП, тыс. руб.	K2	1200		1300		1200		1100		1250	
6. Балансовая стоимость строительных конструкций, уничтоженных пожаром, тыс. руб.	Фбс.к	7000		6800		6600		6400		7200	
7. Балансовая стоимость технологического оборудования, уничтоженного пожаром, тыс. руб.	Фб.об	1 в 8000	2 в 1000	1 в 7800	2 в 900	1 в 7600	2 в 800	1 в 7400	2 в 700	1 в 7600	2 в 800
8. Стоимость остатков основных фондов, пригодных для использования, тыс. руб.	Сост	400		380		360		350		380	
9. Затраты на ликвидацию последствий пожар, тыс. руб.	Зл.п.п	1 в 800	2 в 90	1 в 700	2 в 80	1 в 700	2 в 80	1 в 600	2 в 70	1 в 850	2 в 90
10. Уничтожено оборотных фондов, тыс. руб	Уоб.ф	1 в 1500	2 в 160	1 в 1400	2 в 150	1 в 1300	2 в 140	1 в 1130	2 в 200	1 в 1250	2 в 150

Наименование показателей	Обозначение показателя	Вариант									
		11		12		13		14		15	
11. Норма амортизации оборудования, %	На.об	8,7		8,9		10		9		8,2	
12. Норма амортизации здания цеха, %	На.зд	1		1,2		1		1,2		1,2	
13. Время эксплуатации здания и оборудования до момента пожара, лет	Тзд.=Тоб	6		5,5		5		6		6	
14. Время простоя производства по причине пожара, сут.	пр.	1 в 6,5	2 в 0,5	1 в 6	2 в 0,5	1 в 8	2 в 1	1 в 8,9	2 в 1	1 в 7	2 в 0,5
15. Рентабельность продукции в процентах к ее себестоимости, %	Рс	15		15		20		20		16	
16. Вероятность возникновения пожара, пож./год	Рв.п.	0,09		0,1		0,1		0,1		0,1	
17. Норма амортизации АУП, %	На	5		4,9		4,9		4,9		5	
18. Норма отчислений на капитальный ремонт АУП, %	Нк.р.	1		1,9		1,9		1,9		1,7	
19. Норма отчислений на текущий ремонт АУП, %	Нт.р.	4,5		4,5		4,5		4,5		4,5	
20. Численность обслуживающего персонала, чел.	Ч	1,7		1,8		1,7		1,6		1,8	
21. Должностной оклад работника, тыс. руб.	Зд.о.р	2,8		2,5		2,8		2,9		2,7	
22. Цена огнетушащего вещества, тыс. руб./т	Цо.в	30		28		30		28		28	
23. Годовой расход огнетушащего вещества, т./год.	Во.в	2,5		2		2,4		2		2,4	
24. Установленная электрическая мощность, кВт	N	60		55		52		55		28	
25. Годовой фонд времени работы, установленной мощности, ч./год	Тр	30		28		26		28		30	
26. Коэффициент использования установленной мощности	К и. м.	0,8		0,8		0,8		0,8		0,8	
27. Вероятность выполнения задачи	Рв.з	0,84		0,8		0,8		0,8		0,84	
28. Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений в пассивные и активные основные фонды	Ен.п	0,12		0,12		0,12		0,12		0,12	
	Ен.а	0,15		0,15		0,15		0,15		0,15	

**Структура экономических затрат на производство промышленной  
продукции (к итогу – 100 %)**

Отрасли промышленности	Экономические элементы затрат в себестоимости, %						
	Сырье и основные материалы	Вспомогательные материалы	Топливо	Энергия	Амортизационные отчисления	Зарплата и отчисления на социальные нужды	Прочие затраты
1. Электроэнергетика	3,3	5,5	53,5	0,7	24,4	10	2,6
2. Топливная	51,4	5	0,8	5,1	18	12,7	7
3. Metallургическая	58	6,8	6,8	5,5	11,2	10,2	1,5
4. Машиностроительная	59,6	3,4	1,2	2	8,3	21	4,5
5. Химическая и нефтехимическая	56,4	6,4	1,7	8,9	14,4	10,6	1,6
6. Деревообрабатывающая	48,7	5,4	3,6	2,6	11,1	23	5,6
7. Текстильная	86	2,7	0,5	0,9	2,5	6,9	0,5
8. Швейная	85	1,1	0,2	0,3	1	11,6	0,8
9. Кожевенно-обувная, меховая	77,9	6	0,5	0,6	2,4	11,8	0,8

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Специальность

**20.02.04 Пожарная безопасность**

программа подготовки специалистов среднего звена

базовая подготовка

форма обучения: очная

на базе основного общего образования

Автор: Полежаева М.В., преподаватель СПО

Одобрена на заседании кафедры

Экономики и менеджмента

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Мочалова Л.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 29.08.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

2022

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	5
ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ.....	12
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ.....	15
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ.....	16
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	26

## ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированным видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также содействие развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умения организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – лекционные, практические занятия;
2. внеаудиторная самостоятельная работа – дополнение лекционных материалов, подготовка к практическим занятиям, контрольных работ (рефератов и т.п.), докладов, докладов с презентацией и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине *«Экономические аспекты обеспечения пожарной безопасности»* обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *курсовой работы, контрольной работы, сдаче экзамена.*

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине *«Экономические аспекты обеспечения пожарной безопасности»* являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. подготовка доклада, доклада с презентацией, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);
- подготовка контрольной работы;
- подготовка курсовой работы;
- подготовка к экзамену.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

### 1. Общие экономические аспекты пожарной безопасности

1. Объясните функции и роль системы обеспечения пожарной безопасности при создании и сохранении национального богатства страны.
2. Что является предметом, методом и объектом изучения дисциплины.
3. В чем заключается экономическая и социальная сущность пожарной безопасности.
4. Назовите задачи пожарной охраны по обеспечению пожарной безопасности объектов национальной экономики.

### 2. Основные фонды систем пожарной безопасности

1. Какова экономическая сущность основных фондов.
2. Как классифицируют основные фонды.
3. Дайте понятие структуры основных фондов.
4. Что такое амортизация и износ основных фондов.
5. Что такое норма амортизации.
6. Что такое линейный способ начисления амортизации. Дать понятие ускоренной амортизации.
7. Что такое первоначальная, восстановительная, остаточная и ликвидационная стоимость основных фондов.
8. Дать понятие воспроизводства основных фондов.
9. Дать понятие модернизации основных фондов.
10. Что такое коэффициенты обновления, выбытия.
11. Дайте понятие фондоотдачи, фондоемкости и фондовооруженности.
11. Назовите показатели эффективности использования основных фондов. Как они рассчитываются?

### 3. Оборотные средства систем пожарной безопасности

1. В чем экономическая сущность оборотных средств.
2. Какова классификация оборотных средств.
3. Дать понятие структуры оборотных средств.
4. Каковы источники формирования оборотных средств.
5. Что такое нормирование оборотных средств.
6. Назовите виды запасов оборотных средств.
7. Назовите показатели эффективного использования оборотных средств.
8. Назовите пути ускорения оборачиваемости оборотных средств.

### 4. Финансовое и материально-техническое обеспечение пожарной охраны:

1. Назовите показатели, характеризующие движение персонала в организации (коэффициент выбытия, коэффициент приема, коэффициент текучести)
2. Дать понятие заработной платы.
3. Назовите функции заработной платы.
4. Назовите виды заработной платы.
5. Какие существуют системы оплаты труда.
6. Какие существуют формы оплаты труда.
7. Дайте понятие денежного довольствия.
8. Что такое оклад денежного содержания, из чего он состоит.
9. Каков порядок расчета денежного довольствия
10. Как осуществляется организация и планирование материально-технического снабжения и вещевого довольствия работников пожарной охраны.



## **5. Виды цен и их структура**

1. Дать понятие себестоимости.
2. Назовите виды себестоимости.
3. Как называется классификация затрат по экономическим элементам.
4. Что такое калькуляция.
5. Какова сущность и значение цены в условиях рыночной экономики.
6. Назовите основные методы определения цены.
7. Что такое ценовая политика.

## **6. Капитальные затраты и текущие расходы на обеспечение пожарной безопасности»**

1. Дать понятие капитальных и эксплуатационных затрат.
2. Какие виды эксплуатационных расходов на противопожарную защиту объектов народного хозяйства существуют.
3. Какие эксплуатационные расходы на содержание пожарной техники и автоматики существуют.
4. Каков порядок определения затрат на капитальный и текущий ремонт и техническое обслуживание.

## **7. Страхование**

1. Назовите основные понятия и экономические категории, применяемые в страховании.
2. Какова методика определения тарифов по страхованию.
3. Как определяется ущерб и страховое возмещение.
4. Назовите предупредительные (превентивные) и защитные (репрессивные) мероприятия при осуществлении противопожарного страхования.

## **8. Экономический ущерб от пожаров. Прямой и косвенные ущербы.»**

1. Дайте понятие экономического ущерба от пожаров.
2. Что такое прямой и косвенный ущерб.
3. Дайте определение прямого ущерба от пожаров.
4. Дайте определение косвенного ущерба от пожаров и его возможных составляющих.
5. Что такое социально-экономические потери?

# **ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1. Общие экономические аспекты пожарной безопасности**

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (СОПБ)  
ВАЛОВЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ (ВНП)  
ВАЛОВЫЙ ВНУТРЕННИЙ ПРОДУКТ (ВВП)  
ЧИСТЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ (ЧНП)

Под СОПБ (Федеральный закон «О пожарной безопасности») понимается совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами. Основными элементами СОПБ являются органы государственной власти, органы местного

самоуправления, предприятия, граждане, принимающие участие в обеспечении пожарной безопасности в соответствии с законодательством РФ.

**ВАЛОВЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ (ВНП)** – это совокупная рыночная стоимость всего объема конечного производства товаров и услуг за год. Он включает в свой состав доходы всех предприятий и организаций, как в производственной, так и внепроизводственной сферах, исчисляется по методологии ООН и используется для международных сопоставлений.

**ВАЛОВЫЙ ВНУТРЕННИЙ ПРОДУКТ (ВВП)** – он включает результаты производственной деятельности, получаемые только на территории данной страны. По величине ВВП меньше ВНП на сумму доходов от использования ресурсов данной страны за рубежом.

**ЧИСТЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ (ЧНП)** – он в отличие от ВНП не включает в свой состав величину амортизации.

## **2. Основные фонды систем пожарной безопасности**

**ОСНОВНЫЕ ФОНДЫ**

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОСНОВНЫЕ ФОНДЫ**

**НЕПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОСНОВНЫЕ ФОНДЫ**

**ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ**

**ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ**

**ОСТАТОЧНАЯ СТОИМОСТЬ**

**ФИЗИЧЕСКИЙ ИЗНОС**

**АМОРТИЗАЦИЯ**

**ОСНОВНЫЕ ФОНДЫ** – это материально-вещественные ценности, действующие в неизменной натуральной форме в течение длительного периода и утрачивающие свою стоимость по частям.

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОСНОВНЫЕ ФОНДЫ** функционируют в сфере материального

производства, неоднократно участвуют в процессе производства, изнашиваются постепенно, а их стоимость переносится на производимый продукт по частям по мере использования. Пополняются они за счет капитальных вложений.

**НЕПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОСНОВНЫЕ ФОНДЫ** – жилые дома, детские и спортивные

учреждения, другие объекты культурно-бытового обслуживания, которые находятся на балансе предприятий, обеспечивающих пожарную безопасность. В отличие от производственных непроизводственные фонды не участвуют в процессе производства и не переносят своей стоимости на продукт, ибо он не создается. Стоимость их исчезает в потреблении. Воспроизводятся они за счет национального дохода

**ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ** – это сумма затрат

на изготовление или приобретение фондов, их доставку и монтаж. Она применяется для определения нормы амортизации и размеров амортизационных отчислений, прибыли и рентабельности активов предприятия, показателей их использования.

**ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ** – это затраты на воспроизводство основных фондов в современных условиях; как правило, она устанавливается во время переоценки фондов.

**ОСТАТОЧНАЯ СТОИМОСТЬ** основных фондов, представляющая собой разность между первоначальной или восстановительной стоимостью основных фондов и суммой их износа.

**ПОД ФИЗИЧЕСКИМ ИЗНОСОМ** понимают постепенную утрату основными фондами своей первоначальной потребительной стоимости, происходящую не только в процессе их функционирования, но и при их бездействии (разрушение от внешних воздействий, атмосферного влияния, коррозии).

**АМОРТИЗАЦИЯ** – это денежное возмещение износа основных фондов путем включения части их стоимости в затраты на выпуск продукции. Это денежное выражение физического и морального износа основных фондов.

### **3. Оборотные средства систем пожарной безопасности**

**ОБОРОТНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФОНДЫ**  
**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗАПАСЫ**  
**НЕЗАВЕРШЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПОЛУФАБРИКАТЫ СОБСТВЕННОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ**  
**РАСХОДЫ БУДУЩИХ ПЕРИОДОВ**  
**СТРУКТУРА ОБОРОТНЫХ ФОНДОВ**  
**СОБСТВЕННЫЕ ОБОРОТНЫЕ СРЕДСТВА**  
**ЗАЕМНЫЕ ОБОРОТНЫЕ СРЕДСТВА**

К **ОБОРОТНЫМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ФОНДАМ** промышленных предприятий относится часть средств производства (производственных фондов), вещественные элементы которых в процессе труда, в отличие от основных производственных фондов, расходуются в каждом производственном цикле, и их стоимость переносится на продукт труда целиком и сразу. Вещественные элементы оборотных фондов в процессе труда претерпевают изменения своей натуральной формы и физико-химических средств. Они теряют свою потребительную стоимость по мере их производственного потребления. Новая потребительная стоимость возникает в виде выработанной из них продукции.

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗАПАСЫ** – это предметы труда, подготовленные для запуска в производственный процесс; состоят они из сырья, основных и вспомогательных материалов, топлива, горючего и комплектующих изделий, тары и тарных материалов, запасных частей для текущего ремонта основных фондов.

**НЕЗАВЕРШЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПОЛУФАБРИКАТЫ СОБСТВЕННОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ** – это предметы труда, вступившие в производственный процесс: материалы, детали, узлы и изделия, находящиеся в процессе обработки или сборки, а также полуфабрикаты собственного изготовления, не законченные полностью производством в одних цехах предприятия и подлежащие дальнейшей обработке.

**РАСХОДЫ БУДУЩИХ ПЕРИОДОВ** – это неимущественные элементы оборотных фондов, включающие затраты на подготовку и освоение новой продукции, которые производятся в данном периоде (квартал, год), но относятся на продукцию будущего периода (например, затраты на конструирование и разработку технологии новых видов изделий, на перестановку оборудования и др.).

**СТРУКТУРА ОБОРОТНЫХ ФОНДОВ**– это соотношение между отдельными элементами оборотных фондов (в %) или их составными частями.

**СОБСТВЕННЫЕ ОБОРОТНЫЕ СРЕДСТВА** – это средства, постоянно находящиеся в распоряжении предприятия и формируемые за счет собственных ресурсов (прибыль и др.).

**ЗАЕМНЫЕ ОБОРОТНЫЕ СРЕДСТВА** – это кредиты банка, кредиторская задолженность (коммерческий кредит) и прочие пассивы.

#### **4. Финансовое и материально-техническое обеспечение пожарной охраны**

##### **ДЕНЕЖНОЕ ДОВОЛЬСТВИЕ ОКЛАД ДЕНЕЖНОГО СОДЕРЖАНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ**

ДЕНЕЖНОЕ ДОВОЛЬСТВИЕ – оплата труда сотрудников ГПС. и включает в себя:

- оклад по занимаемой штатной должности (должностной оклад); его размеры установлены Постановлением Правительства РФ № 487 от 04.07.2002 года: оклад по должности может быть установлен как минимальной, так средней или максимальной ставке (размеру).

- оклад по специальному званию. Его размеры установлены в приложении № 2 к Постановлению Правительства РФ № 487 от 04.07.2002 г.

ОКЛАД ДЕНЕЖНОГО СОДЕРЖАНИЯ - сумма оклада по занимаемой штатной должности и оклада по присвоенному специальному званию.

ПОД МАТЕРИАЛЬНЫМИ СРЕДСТВАМИ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ понимается вооружение, боеприпасы, средства индивидуальной бронезащиты и активной обороны, авто- и бронетехника, пожарные машины и оборудование, горюче-смазочные материалы, средства связи, оперативная и вычислительная техника, продовольствие, вещевое имущество и другие, положенные по нормам материальные средства, а также продукция производственно-технического назначения.

#### **5. Виды цен и их структура**

##### **ИЗДЕРЖКИ ПРОИЗВОДСТВА СЕБЕСТОИМОСТЬ ПРОДУКЦИИ (РАБОТ, УСЛУГ) ПРЯМЫЕ ЗАТРАТЫ КОСВЕННЫЕ РАСХОДЫ ПОСТОЯННЫЕ ЗАТРАТЫ ПЕРЕМЕННЫЕ РАСХОДЫ ОБЩЕПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РАСХОДЫ ВНЕПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РАСХОДЫ ЦЕНА ЦЕНОВАЯ ПОЛИТИКА**

ИЗДЕРЖКИ ПРОИЗВОДСТВА можно определить как затраты на используемые факторы производства или экономические ресурсы.

СЕБЕСТОИМОСТЬ ПРОДУКЦИИ (РАБОТ, УСЛУГ) представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе производства продукции (работ, услуг), природных ресурсов, трудовых ресурсов, а также других затрат на её производство и реализацию.

ПРЯМЫЕ ЗАТРАТЫ можно непосредственно отнести на себестоимость единицы каждого вида изделий: сырьё, основные материалы, энергия технологическая, заработная плата станочников и др.

КОСВЕННЫЕ РАСХОДЫ объединяются по определённым признакам (по функциональному назначению – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, или по месту осуществления затрат – цеховые расходы и др.) и затем распределяются по группам продукции пропорционально избранной базе: соотношению прямых затрат или заработной плате основных производственных рабочих;

ПОСТОЯННЫЕ ЗАТРАТЫ-затраты, которые остаются неизменными при изменении объёма производства (арендная плата, амортизация, содержание зданий и др.).

ПЕРЕМЕННЫЕ РАСХОДЫ, напротив, увеличиваются или уменьшаются под влиянием динамики выпуска продукции.

**ОБЩЕПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РАСХОДЫ** направляются на покрытие затрат по управлению и обслуживанию общехозяйственных нужд предприятия (аппарата управления, содержания зданий, территории, транспорта и пр.), имеющих общепроизводственное значение.

**ВНЕПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РАСХОДЫ** включают затраты, связанные с реализацией продукции (упаковка, отгрузка, реклама, сбытовая сеть, комиссионные и др.), а также различного рода отчисления и платежи.

**ЦЕНА** – денежное выражение стоимости товара.

**ЦЕНОВАЯ ПОЛИТИКА** – это механизм принятия решений о поведении предприятия на основных типах рынков с целью извлечения максимальной прибыли и других поставленных целей бизнеса.

## **6. Капитальные затраты и текущие расходы на обеспечение пожарной безопасности**

**СМЕТА  
СИСТЕМА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ  
ТЕКУЩИЕ ИЛИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАСХОДЫ  
КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ НА ПРОТИВОПОЖАРНУЮ ЗАЩИТУ**

**СМЕТА** – это документ, составленный в табличной форме и содержащий данные по расчёту стоимости строительства.

Под **СИСТЕМОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ (ППЗ)** понимается совокупность технических и организационно-правовых мероприятий, направленных на сокращение социальных и экономических потерь от пожаров.

**ТЕКУЩИЕ ИЛИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАСХОДЫ**- это часть средств, расходуемых в процессе функционирования системы ППЗ для поддержания её в работоспособном состоянии, имеет характер ежегодных затрат

**КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ НА ПРОТИВОПОЖАРНУЮ ЗАЩИТУ** - это часть средств, используемая в период создания системы ППЗ, разработки и внедрения или обновления отдельных её элементов, носит характер разовых затрат (расходы на сооружение учебно- тренировочного полигона, строительство пожарного депо, приобретение пожарных машин и т.п.).

## **7. Страхование**

**СТРАХОВАНИЕ**

**СТРАХОВАНИЕ** — отношения (между страхователем и страховщиком) по защите имущественных интересов физических и юридических лиц (страхователей) при наступлении определённых событий (страховых случаев) за счёт денежных фондов(страховых фондов), формируемых из уплачиваемых ими страховых взносов (страховой премии).

## **8. Экономический ущерб от пожаров. Прямой и косвенные ущербы.**

**ПРЯМЫЕ ПОТЕРИ ОТ ПОЖАРОВ  
КОСВЕННЫЕ ПОТЕРИ ОТ ПОЖАРОВ  
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ОТ ПОЖАРОВ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ОТ ПОЖАРОВ**

**ПРЯМЫМИ ПОТЕРЯМИ** от пожара принято считать фактические потери, связанные с уничтожением или повреждением огнём, водой, дымом, высокой температурой основных фондов, строений и другого имущества граждан, если потери возникли в прямой

причинной связи с пожаром.

**ПОД КОСВЕННЫМИ ПОТЕРЯМИ** от пожаров понимаются потери: из-за невыпуска продукции и снижения прибыли за время вынужденного простоя производства; на оплату штрафов за недопоставку продукции; затраты на демонтажные работы и работы по расчистке и уборке строительных конструкций; капитальные вложения на восстановление основных фондов; затраты на ликвидацию последствий пожара.

**ПОД СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПОТЕРЯМИ** от пожаров понимаются потери из-за неиспользованных возможностей в результате выбытия трудовых ресурсов из производственной деятельности и затрат на проведение мероприятий, вследствие гибели и травмирования людей на пожарах.

**ПОД ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ПОТЕРЯМИ** от пожаров понимаются потери, связанные с загрязнением, продуктами производства и горения, а также средствами тушения пожаров атмосферы, воды, почвы, живых организмов и растительности.

## САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

- составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;
- перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);
- определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;
- при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;
- все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);
- если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;
- следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьезный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить

специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.



Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис – это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта – основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование – наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

## ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ (РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ)

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными заданиями понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;
- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;
- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;
- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

## ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ (ЗАДАЧИ)

### Тема 2. Основные фонды систем пожарной безопасности

**Задание 1.** Стоимость приобретения оборудования составляет 90 тыс. руб., транспортные и монтажные затраты – 10 тыс. руб. Работы по пуску и наладке нового оборудования предприятию обойдутся в 5 тыс. руб. Определить первоначальную стоимость основных производственных фондов предприятия.

**Задание 2.** Рассчитать восстановительную стоимость объекта, первоначальная стоимость которого 200 тыс. р. Используется индексный метод. Коэффициент переоценки равен 1,1.

**Задание 3.** Первоначальная стоимость основных производственных фондов предприятия составляет 100 тыс. руб. период эксплуатации оборудования – 8 лет. Определить остаточную стоимость основных производственных фондов, если норма амортизационных отчислений для данного оборудования составляет 10 %.

**Задание 4.** Основные производственные фонды предприятия на начало 2015 года составляли 3000 тыс. руб. В течение года было введено основных фондов на сумму 125 тыс. руб., а ликвидировано – на сумму 25 тыс. руб. рассчитать стоимость основных фондов на конец года.

**Задание 5.** Определить среднегодовую величину ОС в плановом периоде, коэффициенты обновления и выбытия.

Исходные данные. Стоимость основных средств предприятия на 1 января планируемого года 120 млн руб. Предусматривается ввод в эксплуатацию основных средств на сумму 15 млн руб. Выбытие ОС установлено в размере 6 млн руб. Ввод в действие основных средств предусматривается 30 марта — 40 % и 15 сентября — 60 %, а вывод равными частями (по 50 %) в два этапа: 25 мая и 25 ноября.

**Задание 6.** Предприятием приобретен объект основных производственных фондов стоимостью 100 тыс. руб. со сроком полезного использования 10 лет. Определить годовую сумму амортизационных отчислений линейным (пропорциональным) способом.

**Задание 7.** Стоимость станка составляет 500 у. е., срок его службы – 10 лет. Определите величину амортизационных отчислений, поступивших в амортизационный фонд за 5 лет при линейном методе начисления амортизации.

### *Примеры решения типовых задач*

**Задание 1.** Стоимость приобретения оборудования составляет 90 тыс. руб., транспортные и монтажные затраты – 10 тыс. руб. Работы по пуску и наладке нового оборудования предприятию обойдутся в 5 тыс. руб. Определить первоначальную стоимость основных производственных фондов предприятия.

**Решение задачи:**

Первоначальная стоимость основных фондов  $\Phi_n$  включает в себя стоимость их приобретения  $\Phi_n$  с учетом затрат, связанных с вводом нового объекта основных фондов  $Z_{вв}$ . в состав этих затрат входят транспортные, монтажные и, если имеют место, пуско-наладочные затраты:

$$\Phi_n = (\Phi_n + Z_{вв})$$

В нашем случае первоначальная стоимость основных производственных фондов будет равна

$$\Phi_n = (90 + 10 + 5) = 105 \text{ тыс. руб.}$$

**Ответ:** первоначальная стоимость основных производственных фондов равна 105 тыс. руб.

**Задание 2.** Рассчитать восстановительную стоимость объекта, первоначальная стоимость которого 200 тыс. р. Используется индексный метод. Коэффициент переоценки равен 1,1.

**Решение задачи:**  $\Phi_v = 200 \times 1,1 = 220$  тыс. р.

**Ответ:** восстановительная стоимость основных производственных фондов равна 220 тыс. руб.

**Задание 3.** Первоначальная стоимость основных производственных фондов предприятия составляет 100 тыс. руб. период эксплуатации оборудования – 8 лет. Определить остаточную стоимость основных производственных фондов, если норма амортизационных отчислений для данного оборудования составляет 10 % .

**Решение задачи:**

Первоначальная стоимость, уменьшенная на величину перенесенной стоимости, представляет собой остаточную стоимость основных производственных фондов  $\Phi_{ост}$ . Поэтому для решения данной задачи используем следующую формулу:

$$\Phi_{ост} = \Phi_n - I = \Phi_n - \Phi_n * (1 - N_a / 100\% * T) = \Phi_n * (1 - N_a / 100\% * T), \quad 8)$$

где  $N_a$  – норма амортизационных отчислений;

$T$  – период эксплуатации основных фондов.

Подставив известные из условия задачи данные, получаем:

$$\Phi_{ост} = 100 * (1 - 0,1 * 8) = 20 \text{ тыс. руб.}$$

**Ответ:** остаточная стоимость основных производственных фондов составляет 20 тыс. руб.

**Задание 4.** Основные производственные фонды предприятия на начало 2015 года составляли 3000 тыс. руб. В течение года было введено основных фондов на сумму 125 тыс. руб., а ликвидировано – на сумму 25 тыс. руб. рассчитать стоимость основных фондов на конец года.

**Решение задачи:**

Стоимость основных производственных фондов на конец года есть стоимость основных фондов на начало года с учетом изменений, произошедших в их структуре за этот год:

$$\Phi_{\text{к}} = \Phi_{\text{н}} + (\Phi_{\text{вв}} - \Phi_{\text{выб}}), \quad (1)$$

где  $\Phi_{\text{к}}$  – стоимость основных фондов на конец года, руб.;

$\Phi_{\text{вв}}$  – стоимость введенных основных фондов, руб.;

$\Phi_{\text{к}}$  – стоимость основных фондов на конец года, руб.

Подставив известные из условия задачи значения, рассчитываем стоимость основных фондов на конец года

$$\Phi_{\text{к}} = 3000 + (125 - 25) = 3100 \text{ тыс. руб.}$$

Ответ: стоимость основных фондов на конец года составляет 3100 тыс. руб.

**Задание 5.** Определить среднегодовую величину ОС в плановом периоде, коэффициенты обновления и выбытия. Исходные данные. Стоимость основных средств предприятия на 1 января планируемого года 120 млн руб. Предусматривается ввод в эксплуатацию основных средств на сумму 15 млн руб. Выбытие ОС установлено в размере 6 млн руб. Ввод в действие основных средств предусматривается 30 марта — 40 % и 15 сентября — 60 %, а вывод равными частями (по 50 %) в два этапа: 25 мая и 25 ноября.

**Решение задачи:**

Среднегодовая стоимость основных производственных средств определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{ср}} = \Phi_{\text{нг}} + \sum_{t_i}^m \Phi_{\text{нов}_i} \frac{t_i}{12} - \sum_{t_j}^n \Phi_{\text{выб}_j} \frac{t_j}{12}$$

где  $\Phi_{\text{нов}}$  — стоимость вновь введенных основных средств в  $i$ -м месяце данного года, руб.;  $\Phi_{\text{выб}j}$  — стоимость выбывших основных средств в  $j$ -м месяце данного года, руб.;  $\Phi_{\text{нг}}$  — стоимость основных средств на начало года;  $t_i$  — продолжительность функционирования вновь введенных основных средств в течение данного года, мес;  $t_j$  — количество месяцев до конца года от момента списания  $j$ -й единицы основных средств.

**Коэффициент обновления основных средств определяется по формуле**

$$K_{\text{обн}} = \Phi_{\text{нов}} / \Phi_{\text{кг}}$$

**Коэффициент выбытия основных средств определяется по формуле**

$$K_{\text{выб}} = \Phi_{\text{выб}} / \Phi_{\text{кг}}$$

где  $\Phi_{\text{кг}}$  — стоимость основных средств на конец года;  $\Phi_{\text{нг}}$  — стоимость основных средств на начало года.

1. Среднегодовая стоимость основных средств предприятия:

$$\Phi_{\text{ср}} = 120 + (6 \cdot 9/12 + 9 \cdot 3/12) - (3 \cdot 7/12 + 3 \cdot 1/12) = 124,75 \text{ млн руб.}$$

2. Стоимость основных средств по предприятию на конец года:

$$\Phi_{\text{кг}} = 120 + 15 - 6 = 129 \text{ млн руб.}$$

3. Коэффициент обновления основных средств:  $K_{\text{обн}} = 15/129 = 0,12$ .

4. Коэффициент выбытия:  $K_{\text{выб}} = 6/120 = 0,05$ .

Ответ: среднегодовая стоимость основных фондов составляет 124,75 млн руб; стоимость основных средств по предприятию на конец года 129 млн руб.; коэффициент обновления основных средств 0,12; коэффициент выбытия: 0,05.

**Задание 6.** Предприятием приобретен объект основных производственных фондов стоимостью 100 тыс. руб. со сроком полезного использования 10 лет. Определить годовую сумму амортизационных отчислений линейным (пропорциональным) способом.

**Решение задачи:**

Согласно линейному (пропорциональному) методу, происходит начисление равной нормы амортизации в любой период эксплуатации основных производственных фондов.

Для расчета нормы амортизации используют формулу вида:

$$H_a = \frac{1}{T} 100\%, \quad (11)$$

где  $H_a$  — годовая норма амортизации, в процентах;

$T$  — срок полезного использования имущества, лет.

В нашей задаче годовая норма амортизационных отчислений составит

$$H_a = (1/10) 100 \% = 10 \%$$

Годовая сумма амортизационных отчислений определяется путем умножения первоначальной стоимости приобретенного объекта  $\Phi_n$  на годовую норму амортизации  $H_a$ :

$$A = \Phi_n \frac{H_a}{100\%}. \quad (12)$$

Итак,  $A = 100 * 0,1 = 10$  тыс. руб.

**Ответ:** годовая сумма амортизационных отчислений, рассчитанная линейным методом, составляет 10 тыс. руб. в год в течение всего периода.

**Задание 7.** Стоимость станка составляет 500 у. е., срок его службы – 10 лет. Определите величину амортизационных отчислений, поступивших в амортизационный фонд за 5 лет при линейном методе начисления амортизации.

**Решение задачи:**

Величина амортизационных отчислений за год при линейном методе равна:  $500:10=50$  у. е., следовательно, за 5 лет в амортизационный фонд поступит  $50*5=250$  у. е. При использовании метода ускоренной амортизации норма амортизации удваивается:  $100 \% : 10 \text{ лет} * 2 = 20 \%$ . Амортизационные отчисления составят за год:  $500*20 \% : 100 \% = 100$  у. е., за пять лет:  $100*5=500$  у. е.

**Ответ:** при линейном методе 250 у. е., при ускоренной амортизации вернется вся стоимость станка.

## Тема 2. Оборотные средства систем пожарной безопасности

**Задание 1.** Рассчитать среднегодовой остаток оборотных средств, оборачиваемость оборотных средств, длительность оборота, коэффициент оборачиваемости за год, коэффициент закрепления, используя следующие данные:

Остатки оборотных средств (Об.С)		Объем реализованной продукции (Р)	
Дата	Сумма, тыс. руб	квартал	Сумма, тыс. руб
На 1 янв.2018 г	2500	1	3000
На 1 апр.2018 г	2600	2	3500

На 1 июля 2018	2400	3	2900
На 1 окт. 2018 г	2400	4	3100
На 1 янв. 2019 г	2500		

**Задание 2.** Определить коэффициент оборачиваемости оборотных средств (к об.) в отчетном и плановом годах, оценить изменение оборачиваемости оборотных средств. Исходные данные: объем реализованной продукции в отчетном году составил 2 000 тыс. р., средний остаток оборотных средств – 160 тыс. р.; в следующем году планируется увеличить объем реализации продукции на 25 %, а потребность в оборотных средствах увеличится на 15 %.

**Задание 3.** Определить длительность одного оборота оборотных средств (Д об) в отчетном и плановом годах, если известно, что в отчетном году объем реализованной продукции составил 1 500 тыс. р., средний остаток оборотных средств – 200 тыс. р., в следующем году предполагается увеличение выпуска продукции на 5 %.

### *Примеры решения типовых задач*

**Задание 1.** Рассчитать среднегодовой остаток оборотных средств, оборачиваемость оборотных средств, длительность оборота, коэффициент оборачиваемости за год, коэффициент закрепления, используя следующие данные:

Остатки оборотных средств (Об.С)		Объем реализованной продукции (Р)	
Дата	Сумма, тыс. руб	квартал	Сумма, тыс. руб
На 1 янв. 2018 г	2500	1	3000
На 1 апр. 2018 г	2600	2	3500
На 1 июля 2018	2400	3	2900
На 1 окт. 2018 г	2400	4	3100
На 1 янв. 2019 г	2500		

**Решение задачи:**

**Коэффициент оборачиваемости:**

$$K_{об} = P / Об.С,$$

Р-объем реализованной продукции за год;

ОбС-средний остаток оборотных средств за год

$$ОбС = ((2500+2600)/2 + (2600+2400)/2 + (2400+2400)/2 + (2400+2500)/2) / 4 = 2475 \text{ тыс. руб.}$$



$$P=3000+3500+2900+3100=12500 \text{ тыс. руб}$$
$$Kоб=12500 \text{ тыс. руб}/2475 \text{ тыс.руб}=5 \text{ об/год.}$$

### Длительность оборота

$$D об = Dп / Kоб,$$

$$Dп - \text{длительность периода, год (360 дней)}$$
$$Dоб = 360 \text{ дней} / 5 \text{ об.год} = 72 \text{ дня}$$

### Коэффициент загрузки

$$Kзагр = 1 / Kоб = 1 / 5 \text{ об.год} = 0,2 \text{ руб}$$

**Вывод:** За год оборотные средства предприятия совершают 5 оборотов, за 72 дня возвращаются его оборотные средства в виде выручки от реализации, на 1 рубль реализованной продукции приходится 0,2 рубля оборотных средств

**Задание 2.** Определить коэффициент оборачиваемости оборотных средств ( к об. ) в отчетном и плановом годах, оценить изменение оборачиваемости оборотных средств. Исходные данные: объем реализованной продукции в отчетном году составил 2 000 тыс. р., средний остаток оборотных средств – 160 тыс. р.; в следующем году планируется увеличить объем реализации продукции на 25 %, а потребность в оборотных средствах увеличиться на 15 %.

#### Решение задачи:

1. Определение коэффициента оборачиваемости в отчетном году согласно формул :

$k \text{ о. об} = PP / OC$  , где где PP – объем реализованной предприятием продукции, р.; OC – средний остаток оборотных средств, р.

$$k \text{ о. об} = PP / OC = 2\,000 / 160 = 12,5.$$

2. Определение коэффициента оборачиваемости в плановом году ( к пл.об ) с учетом изменений в объеме реализации продукции на 25 % и потребности в оборотных средствах на 15 %:

$$k \text{ пл об} = (2\,000 + (2\,000 \cdot 25 / 100)) / (160 + (160 \cdot 15 / 100)) = 2\,500 / 184 = 13,6.$$

Число оборотов в плановом году по сравнению с отчетным увеличилось, следовательно, произошло сокращение длительности одного оборота оборотных средств.

**Задание 3.** Определить длительность одного оборота оборотных средств (Д об ) в отчетном и плановом годах, если известно, что в отчетном году объем реализованной продукции составил 1 500 тыс. р., средний остаток оборотных средств – 200 тыс. р., в следующем году предполагается увеличение выпуска продукции на 5 %.

#### Решение задачи:

1. Определение длительности одного оборота оборотных средств в отчетном году  $Dо об$  , согласно формуле:

$$Dо. об = T * OC / PP,$$

где PP – объем реализованной предприятием продукции, р.; OC – средний остаток оборотных средств, р.; T – количество календарных дней в данном периоде.

$$Dо. об = T * OC / PP = 360 * 200 / 1\,500 = 48 \text{ дней.}$$

2. Определение длительности одного оборота оборотных средств

в плановом году (Д пл. об ) с учетом изменения объема реализованной продукции на 5 %:

$$Д. пл. об = 360 * 200 / (1\ 500 + (1\ 500 \cdot 5 / 100)) = 72\ 000 / 1575 = 46 \text{ дней.}$$

Ответ: длительность одного оборота оборотных средств сокращена на 2 дня.

## Тема 2. Виды цен и их структура

**Задание 1.** Годовой выпуск на предприятии составил 10 000 шт. Себестоимость единицы продукции, руб.:

Сырье	40
Вспомогательные материалы	0,5
Топливо и энергия	15
Заработная плата производственных рабочих	10
Отчисления на социальные нужды	3,6
Общепроизводственные расходы	4,5
Общехозяйственные расходы	4,2
Коммерческие расходы	2,2
Итого	80

Цена продукции – 100 руб./шт.

Рассчитайте: критический выпуск продукции; себестоимость единицы продукции при увеличении годового выпуска до 12 000 шт.

**Задание 2.** Составить смету затрат на производство по экономическим элементам. Исходные данные представлены в таблице:

№ строки	Показатель	Значение показателя, тыс. р.
1	Сырье и основные материалы	5230
2	Вспомогательные материалы	1430
3	Покупные полуфабрикаты и комплектующие	230
4	Возвратные отходы	140
5	Основная заработная плата	7520
6	Дополнительная заработная плата	3250
7	Топливо для технологических целей	300
8	Энергия для технологических целей	120
9	Страховые взносы на обязательное социальное страхование	2800,2
10	Амортизация ОПФ	790
11	Платежи по процентам за кредиты в пределах ставок	100
12	Транспортный налог	350
13	Прочие производственные расходы	2100

**Задание 3.** Определить розничную цену единицы продукции, если известно, что производственная себестоимость единицы продукции ( $C$  произ. ) равна 50 р., внепроизводственные расходы – 5 р., прибыль предприятия ( $\Pi$ ) – 15 р., наценка сбытовой организации – 5 р., НДС – 13,5 р., торговая наценка – 5 р.

### *Примеры решения типовых задач*

**Задание 1.** Годовой выпуск на предприятии составил 10 000 шт. Себестоимость единицы продукции, руб.:

Сырье	40
Вспомогательные материалы	0,5
Топливо и энергия	15
Заработная плата производственных рабочих	10
Отчисления на социальные нужды	3,6
Общепроизводственные расходы	4,5
Общехозяйственные расходы	4,2
Коммерческие расходы	2,2
<b>Итого</b>	<b>80</b>

Цена продукции – 100 руб./шт.

Рассчитайте: критический выпуск продукции; себестоимость единицы продукции при увеличении годового выпуска до 12 000 шт.

#### **Решение задачи:**

Первый шаг при решении этой задачи – деление затрат на постоянную и переменную части. К переменной части целесообразно отнести затраты на сырье, материалы, технологические топливо и энергию, заработную плату производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды (если применяется сдельная форма оплаты труда) и коммерческие расходы:

$$c_{\text{пв}} = 40 + 0,5 + 15 + 10 + 3,6 + 2,2 = 71,3 \text{ руб.}$$

К постоянной части отнесем все остальные затраты, причем сумму их определим в расчете на весь выпуск:

$$ПОИ = (4,5 + 4,2) \cdot 10\,000 = 87\,000 \text{ руб.}$$

Зная постоянные и переменные издержки, произведем расчет критического выпуска:

$$V_{\text{кр}} = 87\,000 / (100 - 71,3) = 3\,032 \text{ шт.}$$

При таком критическом выпуске предприятие застраховано от убытков даже при значительном падении объемов продаж.

Используя деление на постоянные и переменные издержки, рассчитаем себестоимость единицы продукции при увеличении выпуска. Исходим из того, что постоянные издержки не меняются. Следовательно, при увеличении выпуска возрастут только переменные затраты:

$$ПИ = 71,3 \cdot 12\,000 = 855\,600 \text{ руб.}$$

Сумма постоянных и переменных издержек даст нам валовые издержки при увеличившемся выпуске, при делении которых на объем производства получим себестоимость единицы продукции:

$$C = (87\,000 + 855\,600) / 12\,000 = 78,55 \text{ руб.}$$

**Задание 2.** Составить смету затрат на производство по экономическим элементам. Исходные данные представлены в таблице:

№ строки	Показатель	Значение показателя, тыс. р.
1	Сырье и основные материалы	5230
2	Вспомогательные материалы	1430
3	Покупные полуфабрикаты и комплектующие	230
4	Возвратные отходы	140
5	Основная заработная плата	7520
6	Дополнительная заработная плата	3250
7	Топливо для технологических целей	300
8	Энергия для технологических целей	120
9	Страховые взносы на обязательное социальное страхование	2800,2
10	Амортизация ОПФ	790
11	Платежи по процентам за кредиты в пределах ставок	100
12	Транспортный налог	350
13	Прочие производственные расходы	2100

**Решение задачи:**

Номер	Элементы затрат	Расчет	Сумма, тыс. руб.
1	Материальные затраты за вычетом стоимости возвратных отходов	$5\ 250 + 1\ 430 + 230 - 140 + 300 + 120$	7 190
2	Затраты на оплату труда	$7\ 520 + 3\ 250$	10 770
3	Страховые взносы на обязательное социальное страхование	2 800,2	2 800,2
4	Амортизация ОПФ	790	790
5	Прочие расходы	$100 + 350 + 2\ 100$	2 550
	Итого	-	24 100,2

**Задание 3.** Определить розничную цену единицы продукции, если известно, что производственная себестоимость единицы продукции (С произ. ) равна 50 р., внепроизводственные расходы – 5 р., прибыль предприятия (П) – 15 р., наценка сбытовой организации – 5 р., НДС – 13,5 р., торговая наценка – 5 р.

**Решение задачи:**

1. Определение оптовой цены предприятия:

Ц опт.предпр. =  $50 + 5 + 15 = 70$  р.

2. Определение оптовой цены промышленности:

Ц опт.пром. = 70 + 5 + 13,5 = 88,5 р.

3. Определение розничной цены:

Ц р = 88,5 + 5 = 93,5 р

## ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к экзамену по дисциплине «*Экономические аспекты обеспечения пожарной безопасности*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Экономические аспекты обеспечения пожарной безопасности*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на экзамене (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

3. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к экзамену на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

***МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ  
К ПРАКТИЧЕСКИМ И ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ***

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**

Специальность  
***Пожарная безопасность***

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
Задача 1. РАСЧЕТ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА .....	4
Задача 2. РАСЧЕТ ОДНОФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА.....	12
2.1. Последовательное соединение в цепи синусоидального тока.....	12
2.2. Параллельное соединение в цепи синусоидального тока .....	14
2.3. Разветвленная цепь синусоидального тока.....	16
Задача 3. РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ .....	22
3.1. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника звездой .....	22
3.2. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника треугольником.....	25
Задача 4. РАСЧЕТ СЛОЖНЫХ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ.	27
Задача 5. РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА.....	33
Задача 6. РАСЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ .....	40
ЗАДАЧА 7. РАСЧЕТ МАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА. ....	46
7.1. Неразветвленные магнитные цепи. ....	46
7.1.1. Прямая задача. Определить МДС цепи по заданному магнитному потоку. ....	49
7.1.2. Обратная задача. Определить магнитный поток в цепи по заданной МДС .....	51
2.2. Разветвленная цепь синусоидального тока.....	57
Задача 8. ТРАНСФОРМАТОРЫ.....	58
Задача 9. АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ.....	60
Задача 10. ДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ .....	63

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Электротехника» изучает процессы в электрических и магнитных цепях, выявляет общие закономерности электромагнитных явлений и их прикладное применение для создания, передачи и распределения электроэнергии.

*Целью* преподавания дисциплины является теоретическая и практическая подготовка будущего инженера-электрика, инженера-электромеханика, инженера по автоматизации производственных процессов, развитие его творческих способностей, умение формировать и решать на высоком научном уровне проблемы осваиваемой специальности, умение творчески применять и самостоятельно повышать свои знания. Эти цели достигаются на основе повышения творческой активности и самостоятельной работы студентов.

Высокий научный и инженерный уровень дисциплины обусловлен глубоким проникновением в ее разделы законов и положений, которые даются в курсах «Физика» и «Математика».

### ***Выполнение контрольных заданий.***

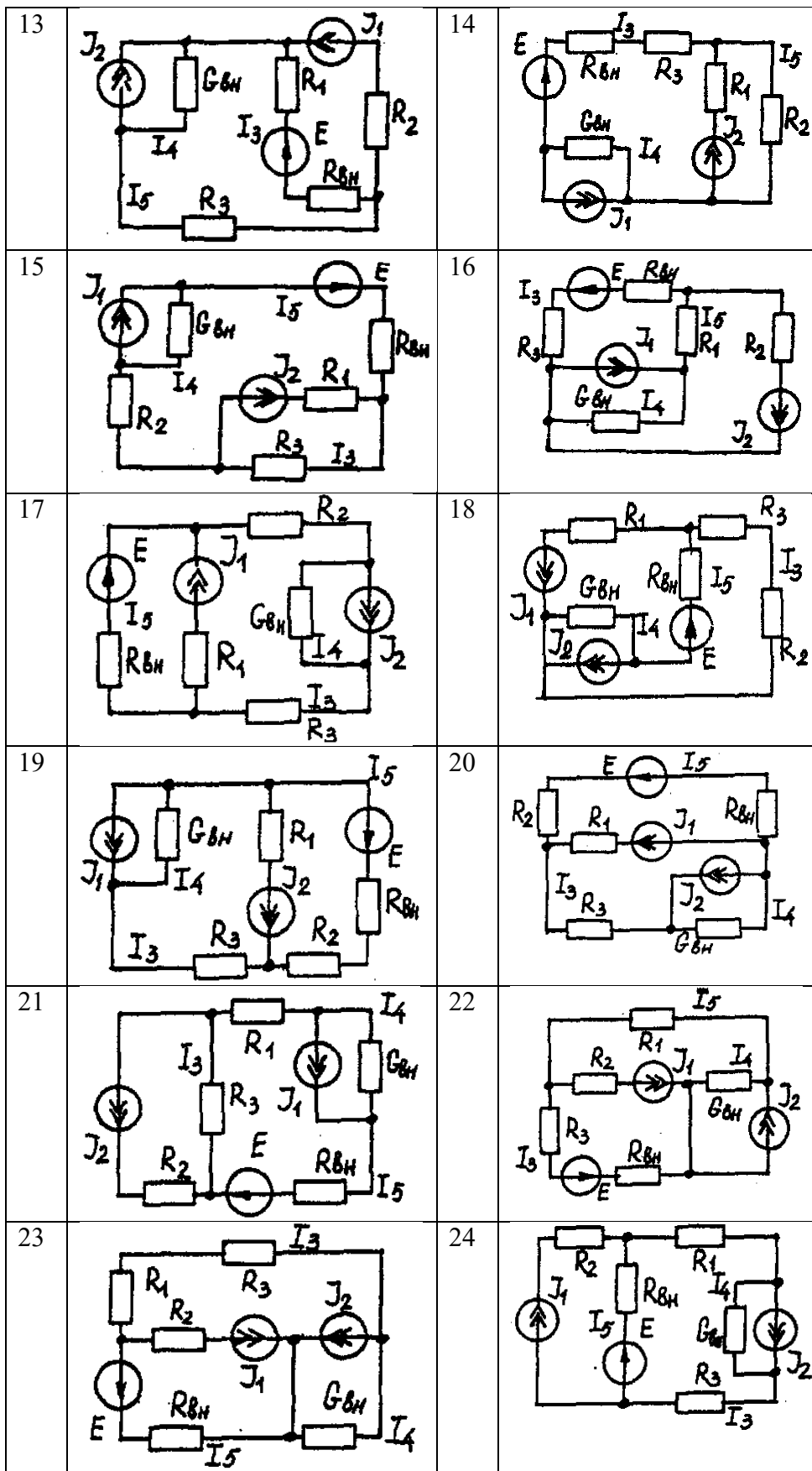
При выполнении контрольных заданий необходимо выполнить следующие требования:

1. Контрольные задания выполняют по данному методическому указанию.
2. Варианты задач в контрольных заданиях определяют по двум последним цифрам номера студенческого билета. Если две последние цифры превышают число 24 (общее количество вариантов), то номер варианта определяется по остатку от целочисленного деления этих цифр на число 24. • Например, двум последним цифрам 49-го номера студенческого билета соответствует первый вариант контрольного задания.
3. Контрольные задания выполняют в отдельной тетради, на обложке которой приводят сведения по следующей форме: фамилия, имя, отчество, номер студенческого билета, номер контрольного задания.
4. Графическую часть (схемы, графики) в контрольных заданиях выполняют карандашом, в масштабе, с указанием последнего.
5. Решение каждой задачи контрольного задания следует начинать с новой страницы.
6. Электрические схемы вычерчивают согласно стандарту.
7. Условие задачи выписывают полностью без сокращений.
8. Решения задач сопровождают краткими пояснениями.
9. Контрольные задания представляются для проверки до начала соответствующей лабораторно-экзаменационной сессии.
10. Если контрольное задание не зачтено, студент обязан, исправив ошибки указанные преподавателем, представить задание на повторную рецензию.
11. Студенты, не сдавшие на проверку соответствующих решенных контрольных заданий, к сдаче экзамена не допускаются.



# Задача 1. РАСЧЕТ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

№	Схема варианта	№	Схема варианта
1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	
11		12	



Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (табл. 1.1) с известными параметрами (табл. 1.2) определить токи в ветвях цепи следующими методами:

- составления уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа;
- контурных токов;

- наложения;
- узловых потенциалов;
- эквивалентного генератора.

Номер варианта	Значение параметров							
	E, В	J <sub>1</sub> , А	J <sub>2</sub> , А	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	R <sub>ВН</sub> , Ом	G <sub>ВН</sub> , См
1	42	35	17	10	20	5	7	0,5
2	126	6	8	1	3	2	5	0,25
3	21	5	2	5	9	3	3	0,2
4	29	3	6	2	3	4	4	0,2
5	200	25	25	8	3	1	4	0,5
6	40	10	3	5	8	5	2	0,5
7	50	3	25	3	5	2	3	0,2
8	20	10	8	4	8	2	6	1
9	50	22	6	4	5	2	3	0,1
10	140	20	7	5	1	4	6	0,2
11	104	28	13	5	2	3	2	0,1
12	150	4	6	3	4	6	5	0,2
13	43	4	28	2	5	1	3	0,2
14	82	2	3	6	4	5	6	0,2
15	52	2	1	3	1	2	2	0,2
16	204	1	5	2	3	1	3	0,4
17	110	11	9	2	3	3	2	0,5
18	72	2	1	4	1	3	6	0,2
19	42	2	5	3	3	4	5	0,1
20	8	6	2	6	1	2	2	0,05
21	187	10	6	2	6	7	4	0,5
22	144	5	15	4	3	2	4	0,5
23	84	6	5	3	3	6	3	0,5
24	103	12	6	4	3	1	3	0,5

**Метод составления уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа**

**Методические указания.**

Этот метод основан на составлении и совместном решении системы уравнений электрического равновесия, составленных по первому и второму законам Кирхгофа. Общее число независимых уравнений ( $i$ ) должно быть равно числу неизвестных токов, то есть числу ветвей электрической схемы ( $p$ ) за исключением ветвей, содержащих источник тока.

**Последовательность решения.**

Выбрать условное положительное направление токов в ветвях. По первому закону Кирхгофа для схемы, содержащей ( $q$ ) узлов, составить ( $q - 1$ ) уравнений электрического равновесия. По второму закону Кирхгофа составить [ $p - (q - 1)$ ] уравнений электрического равновесия для независимых контуров. При составлении уравнений электрического равновесия следует обратить внимание на знаки. Если заданное или произвольно выбранное направление токов и э. д. с. совпадают с выбранным обходом контуров, то перед ними в уравнениях электрического равновесия ставят знак плюс, знак у падений напряжений берется в соответствии со знаком тока.

Решить полученную систему уравнений электрического равновесия относительно неизвестных токов в ветвях.

Выполнить проверку полученного решения по первому закону Кирхгофа для узлов заданной электрической схемы.

### *Метод контурных токов*

#### **Методические указания.**

Этот метод заключается в представлении действительных токов в ветвях, являющихся общими для двух или большего числа смежных контуров, алгебраической суммой составляющих, каждая из которых является током, замыкающимся в одном из выбранных контуров. Эти составляющие называются контурными токами. При решении задачи этим методом в расчет вводят контурные токи, составляют уравнения электрического равновесия только на основании второго закона Кирхгофа. Вычислив контурные токи, определяют действительные токи в ветвях.

#### **Последовательность решения.**

Выбрать для рассматриваемой схемы независимые контуры, не содержащие источники тока ( $J$ ).

Задавшись положительными направлениями обхода контуров, составить для выбранных независимых контуров уравнения электрического равновесия по второму закону Кирхгофа, принимая направления контурных токов, совпадающими с выбранным обходом контуров. В уравнениях электрического равновесия учитывать и падения напряжений, обусловленные источниками тока ( $J$ ) на соответствующих сопротивлениях рассматриваемого контура. Определить контурные токи.

Вычислить действительные токи ветвей как алгебраические суммы токов как контурных, так и источников тока, протекающих через рассматриваемую ветвь.

### *Метод наложения*

#### **Методические указания.**

Этот метод основан на том, что действительный ток в рассматриваемой ветви равен алгебраической сумме составляющих токов в этой ветви, вызванных каждой из э. д. с. и источника тока в отдельности при исключении действия остальных источников э. д. с. и тока.

#### **Последовательность решения.**

Составить (нарисовать) электрические цепи с одним источником э. д. с. или тока, при этом зажимы остальных источников тока размыкать, а источники э. д. с. замыкать накоротко.

Задаться положительными направлениями токов в ветвях.

Определить составляющие - токов в ветвях, вызванных рассматриваемым источником.

Определить действительные токи ветвей как алгебраическую сумму составляющих.

### *Метод узловых потенциалов*

#### **Методические указания.**

Этот метод заключается в определении потенциалов узлов, на основании чего вычисляются токи в ветвях по закону Ома. Потенциалы узлов определяются на основании системы уравнений электрического равновесия (1.1), составленных по первому закону Кирхгофа. При этом токи в уравнениях электрического равновесия выражают через потенциалы согласно закону Ома для участка цепи. Потенциал одного из узлов принимается равным нулю.

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 G_{11} - \varphi_1 G_{12} - \varphi_2 G_{13} &= I_{11} \\ -\varphi_1 G_{21} - \varphi_1 G_{22} - \varphi_2 G_{23} &= I_{22} \\ -\varphi_1 G_{31} - \varphi_1 G_{32} - \varphi_2 G_{33} &= I_{33} \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots & \end{aligned} \right\} (1.1)$$

Где  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \dots$  - потенциалы узлов;  $G_{11}, G_{22}, G_{33}, \dots$  - собственная (узловая) проводимость, равная сумме проводимостей всех ветвей, сходящихся в этом узле, без учета проводимостей ветвей с источниками тока;  $G_{11}, G_{12}, G_{13}, G_{21}, G_{22}, G_{23}, \dots$  - взаимная проводимость, равная сумме проводимостей ветвей между двумя узлами, без учета проводимостей ветвей с источниками тока;  $I_{11}, I_{22}, I_{33}, \dots$  - узловой ток, равный алгебраической сумме токов ( $J$ ) источников тока и произведений ( $G \cdot E$ ) (э. д. с. ветвей, сходящихся в рассматриваемом узле, на их проводимости); эти величины входят в выражения узловых токов со знаком плюс, если токи ( $J$ ) и э. д. с. ( $E$ ) направлены к рассматриваемому узлу.

**Последовательность решения.**

Пронумеровать узлы. Потенциал одного из узлов принять равным нулю.

Составить систему ( $q - 1$ ) уравнений электрического равновесия (1.1) Вычислить собственные и взаимные проводимости, узловые токи и подставить в систему уравнений электрического равновесия (1.1).

Определить потенциалы узлов, решив систему уравнений электрического равновесия (1.1). Определить токи ветвей по закону Ома.

Ток ветви равняется разности потенциалов двух узлов, деленной на сопротивление ветви,

$$I_{\text{ветви}} = [ (\varphi_k - \varphi_{(k-1)}) ] / \sum R_{\text{ветви}} \quad (1.2)$$

### Метод эквивалентного генератора

#### Методические указания.

Этот метод основан на применении теоремы об активном двухполюснике. Согласно теоремы любой активный двухполюсник, содержащий один или несколько источников энергии, можно заменить эквивалентным генератором, э. д. с. которого равна напряжению холостого хода на зажимах выделенной ветви, а внутреннее сопротивление равно входному сопротивлению двухполюсника (рис. 1.1).

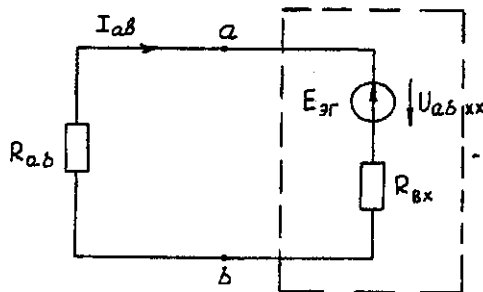


Рис. 1.1. К методу эквивалентного генератора

При определении тока, например, в ветви  $ab$  любой электрической схемы, эту схему представляют в виде двух частей: рассматриваемой ветви  $ab$  и остальной части схемы - эквивалентного генератора ( $E_{эГ}$ ). Ток в ветви  $ab$  определяют по формуле:

$$I_{ab} = U_{ab \text{ хх}} / (R_{ab} + R_{вх}) \quad (1.3)$$

где  $U_{ab \text{ хх}}$  - напряжение холостого хода активного двухполюсника (эквивалентного генератора) относительно зажимов рассматриваемой ветви;  $R_{вх}$  - входное сопротивление пассивного двухполюсника относительно зажимов  $ab$ ;  $R_{ab}$  - сопротивление рассматриваемой ветви  $ab$ .

#### Последовательность решения.

Определить напряжение  $U_{ab \text{ хх}}$  с помощью одного из известных методов расчета электрических цепей, согласно исходной схеме без рассматриваемой ветви  $ab$ .

Вычислить входное сопротивление  $R_{вх}$  пассивного двухполюсника, т. е. сопротивление исходной электрической цепи относительно точек  $ab$  без ветви  $ab$ , при замкнутых источниках токов э. д. с. и разомкнутых источников токов.

Вычислить ток в рассматриваемой ветви  $ab$  (см. рис. 1.1) по формуле (1.3).

#### Пример решения задачи

Для заданной электрической цепи (рис. 1.2) с параметрами:  $E=65,5$  В;  $J_1=3,5$  А;  $J_2 = 8$  А;  $R_1 = 9$  Ом;  $R_2 = 7$  Ом;  $R_3 = 5$  Ом;  $R_{вн} = 3$  Ом;  $G_{вн} = 0,5$  См, определить токи в ветвях.

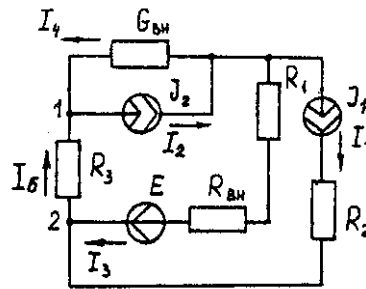


Рис. 1.2. Схема заданной электрической цепи

### Метод составления уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа

В рассматриваемой электрической цепи неизвестными являются три тока ( $I_3, I_4, I_5$ ), для определения этих токов необходимо иметь систему из трех уравнений электрического равновесия, которые составляем по законам Кирхгофа: два уравнения электрического равновесия по первому закону Кирхгофа, предварительно задавшись положительными направлениями токов в ветвях (для узлов 1 и 2); третье уравнение электрического равновесия по второму закону Кирхгофа. Принимаем контур ( $R_3 - G_{вн} - R_1 - R_{вн} - E$ ), минуя ветви с источниками тока, и задаемся положительным направлением его обхода (см. рис. 1.2.)

$$\left. \begin{aligned} I_4 - J_2 + I_5 &= 0; \\ I_2 + J_1 - I_5 &= 0; \\ I_5 R_3 - I_4 / G_{вн} + I_2 (R_1 + R_{вн}) &= E \end{aligned} \right\} (1.4)$$

$$\left. \begin{aligned} I_4 - 8 + I_5 &= 0; \\ I_2 + 3,5 - I_5 &= 0; \\ I_5 \cdot 5 - I_4 \cdot 1/0,5 + I_2 (9 + 3) &= 65,5 \end{aligned} \right\} (1.5)$$

В результате решения системы уравнений (1.5) получим:  $I_3 = 3$  А;  $I_4 = 1,5$  А;  $I_5 = 6,5$  А.

### Метод контурных токов

Для определения трех неизвестных токов выбираем три независимых контура (рис 1.3) и задаемся положительными направлениями их обхода, совмещая положительные направления контурных токов  $I_{11}, I_{22}, I_{33}$  с направлениями их обхода  $I_{11}=J_1=3,5$  А ;  $I_{22} = J_2 = 8$  А.

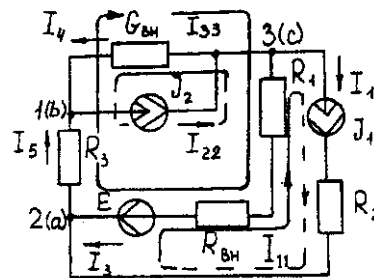


Рис. 1.3. Схема электрической цепи для метода контурных токов

Таким образом, неизвестным является лишь контурный ток  $I_{33}$ . Для третьего контура ( $R_3 - G_{вн} - R_3 - R_{вн} - E$ ) составляем уравнение электрического равновесия по второму закону Кирхгофа и определяем контурный ток  $I_{33}$

$$-I_{11}(R_1 + R_{вн}) - I_{22} \cdot 1/G_{вн} + I_{33}(R_1 + R_{вн} + R_3 + 1/G_{вн}) = E; (1.6)$$

$$-3,5(9 + 3) - 8 \cdot 1/0,5 + I_{33} (9 + 3 + 5 + 1/0,5) = 65,5;$$

отсюда  $I_{33} = 6,5$  А.

Действительные токи в ветвях:

$$I_3 = I_{33} - I_{11} = 6,5 - 3,5 = 3 \text{ А};$$

$$I_4 = I_{22} - I_{33} = 8 - 6,5 = 1,5 \text{ A},$$

$$I_5 = I_{33} = 6,5 \text{ A}.$$

### Метод узловых потенциалов

Заземляем один из узлов (например 3, рис. 1.4), потенциал этого узла ( $\varphi_3$ ) теперь равен нулю. Для определения потенциалов двух других узлов составляем систему из двух уравнений электрического равновесия по первому закону Кирхгофа:

$$\begin{cases} \varphi_1 G_{11} - \varphi_2 G_{12} = I_{11} \\ -\varphi_1 G_{21} - \varphi_2 G_{22} = I_{22} \end{cases} \quad (1.7)$$

$$G_{11} = G_{\text{вн}} + 1/R_3 = 0,5 + 1/5 = 0,7 \text{ См}; \quad G_{12} = G_{21} = 1/R_3 = 1/5 = 0,2 \text{ См}; \quad G_{22} = 1/R_3 + 1/(R_1 + R_{\text{вн}}) = 1/5 + 1/(9 + 3) = 0,28 \text{ См}.$$

$$I_{11} = -J_2 = -8 \text{ A}; \quad I_{22} = J_1 + E/(R_1 + R_{\text{вн}}) = 3,5 + 65/(9 + 3) = 9 \text{ A}.$$

$$\begin{cases} 0,7\varphi_1 - 0,2\varphi_2 = -8; \\ -0,2\varphi_1 - 0,28\varphi_2 = 9 \end{cases}$$

откуда  $\varphi_1 = -3 \text{ В}; \quad \varphi_2 = 29,5 \text{ В}.$

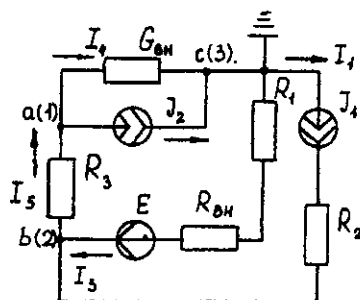


Рис. 1.4. Схема электрической цепи для метода узловых потенциалов

Токи в ветвях:

$$I_3 = [(\varphi_1 - \varphi_2) + E] \cdot 1/(R_1 + R_{\text{вн}}) = [(0 - 29,5) + 65,5] \cdot 1/(9 + 3) = 3 \text{ A};$$

$$I_4 = (\varphi_2 - \varphi_1) \cdot G_{\text{вн}} = (0 + 3) \cdot 0,5 = 1,5 \text{ A};$$

$$I_5 = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot 1/R_3 = (-3 - 29,5) \cdot 1/5 = -6,5 \text{ A}.$$

Знак "-" у тока  $I_5$  указывает на то, что действительное направление тока противоположно выбранному.

### Метод наложения

Определяем составляющие токов в ветвях ( $I_3', I_4', I_5'$ ), вызванные источником э. д. с. (E) при исключении источников тока ( $J_1$ ) и ( $J_2$ ) (рис. 1.5, а). Направление токов в цепи определяется согласно направлению источника э. д. с. (E)

$$I_3' = I_4' = I_5' = E/(R_1 + R_{\text{вн}} + R_3 + 1/G_{\text{вн}}) = 65,5/(9 + 3 + 5 + 1/0,5) = 3,45 \text{ A}.$$

Определяем составляющие токов в ветвях ( $I_3'', I_4'', I_5''$ ), вызванные источником тока ( $J_1$ ) (рис. 1.5, б) при исключении источника тока ( $J_2$ ) и источника, э. д. с. (E) которого закорачивается. Направление токов в ветвях определяется согласно направлению ( $J_1$ ).

$$I_3 = J_1(R_3 + 1/G_{\text{вн}})/(R_1 + R_{\text{вн}} + R_3 + 1/G_{\text{вн}}) = 3,5(5 + 2)/(9 + 3 + 5 + 2) = 1,3 \text{ A};$$

$$I_4'' = I_5'' = J_1 - I_3'' = 3,5 - 1,3 = 2,2 \text{ A}.$$

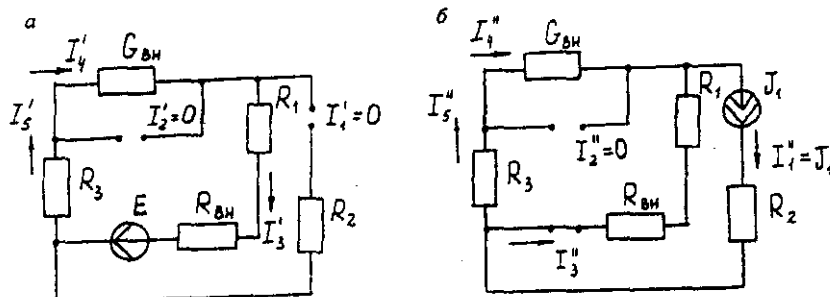


Рис. 1.5. Схема электрической цепи для метода наложения при исключении источника тока (а) и вызванные источником тока (б)

Определяем составляющие токов в ветвях ( $I_3'''$ ,  $I_4'''$ ,  $I_5'''$ ), вызванные источником тока ( $J_2$ ) (рис. 1.6, а) при исключении источника тока ( $J_1$ ) и источника, э. д. с. ( $E$ ) которого закорачивается. Направление токов в ветвях определяется согласно направлению ( $J_2$ ).

$$I_3''' = I_5''' = J_2 (1/G_{BH}) / (R_1 + R_{BH} + R_3 + 1/G_{BH}) = 8 \cdot 2 / (9 + 3 + 5 + 2) = 0,85 \text{ A};$$

$$I_4''' = J_2 - I_3''' = 8 - 0,85 = 7,15 \text{ A}$$

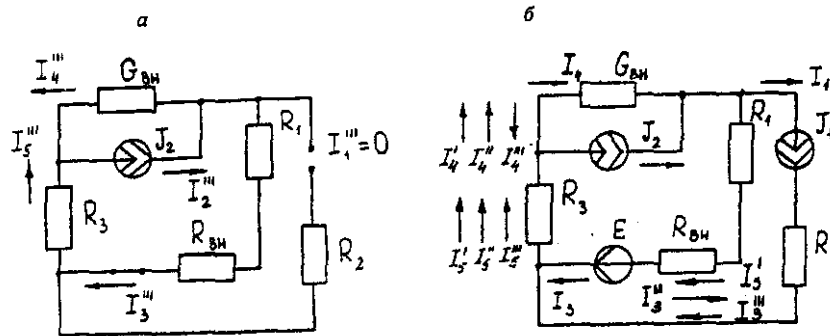


Рис. 1.6. Схема электрической цепи для определения составляющих токов в ветвях, вызванных источником тока (а) и при исключении (б)

Действительные токи в ветвях определяем как алгебраическую сумму составляющих, вызванных каждым из источников энергии (см. рис. 1.6, б):

$$I_3 = I_3' - I_3'' + I_3''' = 3 \text{ A}; \quad I_4 = -I_4' - I_4'' + I_4''' = 1,5 \text{ A};$$

$$I_5 = I_5' + I_5'' + I_5''' = 6,5 \text{ A}$$

Проверку решений выполняем, применяя первый закон Кирхгофа для трех узлов.

#### Метод эквивалентного генератора

Определить ток ветви  $ab$ .

Определяем напряжение  $U_{ab \text{ xx}}$ . При размыкании ветви  $ab$  исходная схема (см. рис. 1.2) преобразуется в схему, изображенную на рис. 1.7, а.

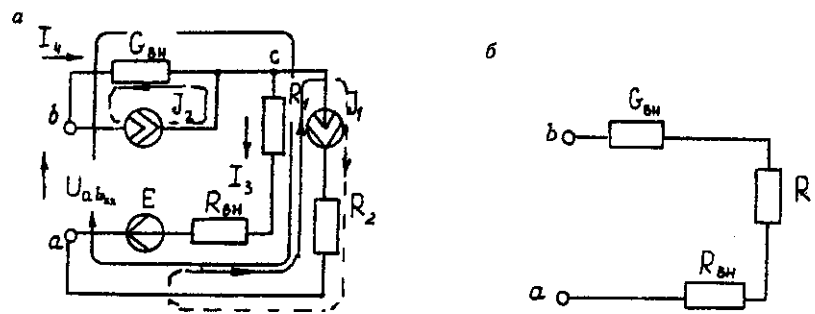


Рис. 1.7. Схема электрической цепи для метода эквивалентного генератора: а - исходная; б - преобразованная

По второму закону Кирхгофа составляем уравнение электрического равновесия для контура  $a-b-c-a$ , не содержащего источников тока, обходя контур по часовой стрелке,

$$U_{ab \text{ xx}} - J_2 \cdot 1/G_{BH} - J_1 \cdot (R_{BH} - R_1) = E \quad (1.8)$$

$$U_{ab \text{ xx}} - 8 - 1/0,5 - 3,5 \cdot (9 + 3) = 65,5; \quad U_{ab \text{ xx}} = 123,5 \text{ V}.$$

Определяем входное сопротивление относительно зажимов выделенной ветви  $U_{ab \text{ xx}}$ , при этом зажимы источника э. д. с. закорачиваем, а зажимы источников тока размыкаем. В результате получается электрическая цепь (рис. 1.7,б)

$$U_{ab \text{ xx}} = 1/G_{BH} + R_1 + R_{BH} = 17 \text{ Ом};$$

$$I_{ab} = U_{ab \text{ xx}} / (R_{ab} + R_3) = 123,5 / (14 + 5) = 6,5 \text{ A}.$$



## Задача 2. РАСЧЕТ ОДНОФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

### 2.1. Последовательное соединение в цепи синусоидального тока.

На рис.2.1 представлена неразветвленная электрическая цепь.

Исходные данные к задаче 2.1 приведены в табл. 2.1,

Необходимо:

1. Составить комплексное уравнение сопротивлений, построить диаграмму сопротивлений.
2. Составить комплексное уравнение напряжений, построить векторную диаграмму напряжений. Записать полное напряжение цепи в алгебраической и показательной формах.
3. Составить комплексное уравнение мощности, построить диаграмму мощности. Рассчитать:  $P, Q, S, \cos\varphi$ .

4. Записать уравнение для напряжения и тока всей цепи в функции времени. На одном рисунке построить графики напряжения и тока  $i = \int(\omega t), u = \int(\omega t), f = 50 \text{ Гц}, \psi_1 = 0$

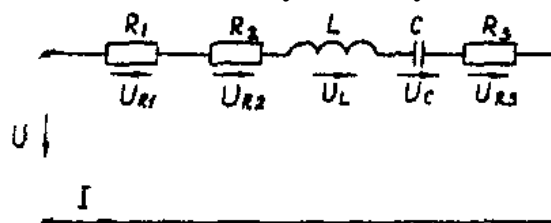


Рис. 2.1. Неразветвленная электрическая  
цепь

Методические указания

Рекомендуемая последовательность решения и расчетные формулы:

Вычисляют индуктивное и емкостное сопротивления в цепи, Ом

$$\begin{aligned} X_L &= \omega \cdot L \\ X_C &= 1 / \omega \cdot c \end{aligned} \quad (2.1)$$

где  $\omega$  — угловая частота переменного тока,  $\omega = 314 \text{ с}^{-1}$ . (При вычислении  $X_C$  размерность емкости  $C$  — Ф,  $1\text{Ф} = 10^6 \text{ мкФ}$ ).

Вычисляют полное сопротивление цепи в комплексной форме, Ом

$$\underline{Z} = R_1 + R_2 + jX_L - jX_C + R_3 \quad (2.2)$$

Вычисляют действующее значение тока в цепи по закону Ома, А

$$I = \frac{U_{R1}}{R_1} \left( \text{или} \frac{U_{R3}}{R_3} \right) \quad (2.3)$$

Записывают комплекс тока в цепи при начальной фазе  $\psi_i=0$  как  $\dot{I} = I, \text{ А}$ .

Исходные данные к задаче

Таблица 2.1

Вариант	$R_1,$ Ом	$R_2,$ Ом	$L,$ Гн	$C,$ мкФ	$R_3,$ Ом	$U_{R1},$ В	$U_{R3},$ В
1	8	10	0,478	636	10	80	-
2	8	15	0,0318	159	10	80	-
3	10	20	0,0636	318	12	100	-
4	10	25	0,0478	127	12	100	-

5	12	10	0,0318	159	6	120	-
6	12	15	0,0636	636	6	-	60
7	6	25	0,0478	106	8	-	80
8	6	10	0,0636	212	8	-	80
9	8	15	0,0636	79,6	10	-	100
10	8	20	0,0478	318	10	-	100
11	10	20	0,096	79,6	12	100	-
12	10	10	0,636	318	12	100	-
13	12	15	0,636	127	6	120	-
14	6	20	0,096	159	6	120	-
15	6	25	0,0478	159	8	60	-
16	8	10	0,0318	636	8	-	80
17	8	15	0,0636	106	10	-	100
18	10	20	0,0318	636	10	-	100
19	10	25	0,0478	79,6	12	-	120
20	12	10	0,096	212	12	-	120
21	8	10	0,096	212	6	80	-
22	8	15	0,048	636	6	80	-
23	10	20	0,0636	159	8	100	-
24	10	25	0,0478	318	8	100	-

Вычисляют напряжения на отдельных элементах цепи и всей цепи в комплексной форме, В

$$\begin{aligned}\dot{U} &= \underline{Z}\dot{I} = R_1\dot{I} + R_2\dot{I} + jX_L\dot{I} - jX_C\dot{I} + R_3\dot{I} = \\ &= U_{R1} + U_{R2} + jU_L - jU_C + U_{R3}\end{aligned}\quad (2.4)$$

Вычисляют полную мощность цепи и мощность на элементах цепи в комплексной форме

$$\begin{aligned}S &= \dot{U} \cdot \dot{I} = \underline{Z}I^2 = R_1I^2 + R_2I^2 + jX_LI^2 - jX_CI^2 + \\ &+ R_3I^2 = P_1 + P_2 + jQ_L - jQ_C + P_3\end{aligned}\quad (2.5)$$

Строят (раздельно) векторную топографическую диаграмму напряжений, диаграмму сопротивлений и мощностей на комплексной плоскости в соответствии с данными вычислений по формулам (2.4), (2.2), (2.5).

Комплексной плоскостью называется плоскость, проходящая через две взаимно-перпендикулярные оси, ось вещественных и ось мнимых чисел.

При построении диаграммы (например, напряжений) первоначально откладывают в масштабе ( $m_1$ ) комплекс тока  $\dot{I} = I(\psi_1)$  в положительном направлении оси вещественных чисел, затем откладывают в масштабе ( $m_u$ ) напряжения  $U_{R1}$ ,  $U_{R2}$ ,  $+jU_L$ ,  $U_{R3}$ ,  $-jU_C$ . Замыкающий вектор  $U$  является вектором напряжения, приложенного к цепи. Он опережает по фазе ток при  $X_L > X_C$  ( $\varphi > 0$ ) и отстает по фазе от тока при  $X_L < X_C$  ( $\varphi < 0$ ).

На рис.2.1,а, рис.2.1,в, рис.2.1,с построены, соответственно диаграмма сопротивлений, векторная топографическая диаграмма напряжений и диаграмма мощностей для произвольно принятый значений сопротивлений цепи.

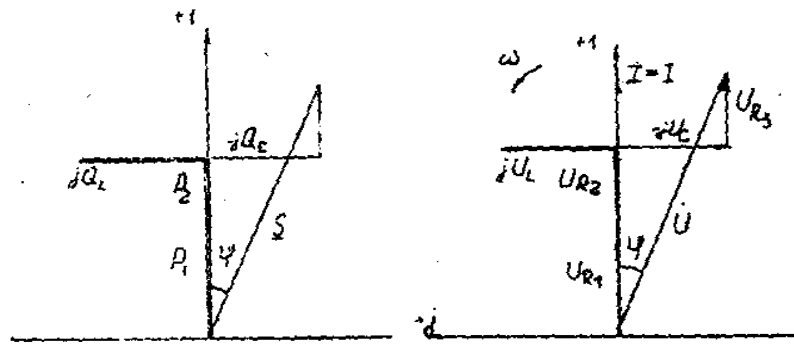


Рис. 2.1,с

Рис. 2.1,в

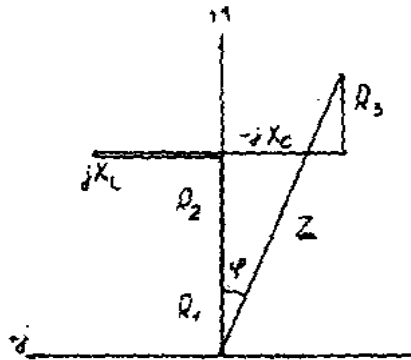


Рис. 2.1,а

## 2.2. Параллельное соединение в цепи синусоидального тока

На рис. 2.2 представлена разветвленная электрическая цепь.

Исходные данные к задаче 2.2 приведены в табл. 2.2.

Необходимо:

1. Составить комплексное уравнение проводимостей. Построить диаграмму проводимостей.
2. Составить комплексное уравнение токов, построить векторную диаграмму токов. Записать ток на входе цепи а алгебраической и показательной формах.

3. Составить комплексное уравнение мощностей, построить диаграмму мощностей. Рассчитать:  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ ,  $\cos\varphi$ .

4. Записать уравнение для напряжения и тока всей цепи в функции времени. На одном рисунке построить графики напряжения и тока  $i = \int(\omega t), u = \int(\omega t), f = 50 \text{ Гц}, \psi_1 = 0$

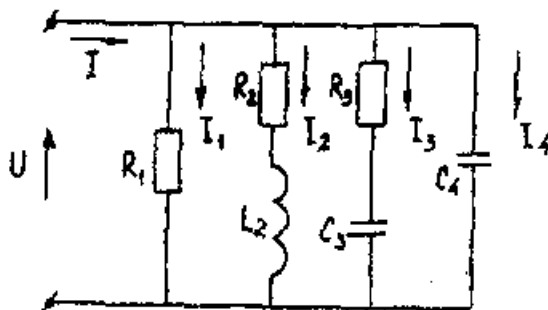


Рис. 2.2. Разветвленная электрическая цепь

Методические указания

Рекомендуемая последовательность решения и расчетные формулы:

Вычисляют комплексы проводимостей параллельных ветвей

$$\underline{Y}_1 = 1/\underline{Z}_1 = 1/R_1 = g_1$$

$$\underline{Y}_2 = 1/\underline{Z}_2 = 1/(R_2 + jX_{L2}) = R_2/Z_2^2 - jX_{L2}/Z_2^2 = g_2 - jb_{L2} \quad (2.6)$$

$$\underline{Y}_3 = 1/\underline{Z}_3 = 1/(R_3 - jX_{C3}) = R_3/Z_3^2 - jX_{C3}/Z_3^2 = g_3 - jb_{C3}$$

$$\underline{Y}_4 = 1/\underline{Z}_4 = 1/(-jX_{C4}) = jb_{C4}$$

где  $g_1, g_2, g_3, b_{L2}, b_{C3}, b_{C4}$  — активная, активная, индуктивная, активная, емкостная, емкостная проводимости ветвей рассматриваемой цепи, См.

Вычисляют полную проводимость цепи в комплексной форме

$$\underline{Y} = g_1 + (g_2 - jb_{L2}) + (g_3 + jb_{C3}) + jb_{C4} \quad (2.7)$$

Записывают комплекс напряжения, приложенного к цепи при начальной фазе  $\psi_u = 0$  как  $\dot{U} = U$

Вычисляют полный ток цепи в комплексной форме (по первому закону Кирхгофа), А

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = U\underline{Y} = U \begin{bmatrix} g_1 + (g_2 - jb_{L2}) + \\ + (g_3 + jb_{C3}) + jb_{C4} \end{bmatrix} = \quad (2.8)$$

$$= I_{a1} + (I_{a2} - jI_{L2}) + (I_{a3} + jI_{C3}) + jI_{C4}$$

Исходные данные к задаче

Таблица 2.2

Вариант	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	L, Гн	C, мкФ	R <sub>3</sub> , Ом	U <sub>R1</sub> , В	U <sub>R3</sub> , В
1	5	3	4	16	12	25	100
2	10	8	6	16	12	20	100
3	16,7	6	8	12	16	16,7	100
4	20	16	12	4	3	10	100
5	25	12	16	3	4	25	100
6	5	12	16	4	3	20	100
7	10	16	12	3	4	16,7	100
8	16,7	6	8	16	12	10	100
9	20	8	6	6	8	5	100
10	25	3	4	6	8	5	100
11	5	4	3	16	12	10	100
12	10	4	3	12	16	16,7	100
13	16,7	3	4	8	6	20	100
14	20	8	6	4	3	25	100
15	25	6	8	12	16	25	100
16	5	16	12	8	6	20	100
17	10	16	12	6	8	16,7	100
18	16,7	12	16	3	4	10	100
19	20	12	16	6	8	10	100
20	25	6	8	3	4	5	100
21	10	6	8	12	16	10	100
22	16,7	16	12	16	3	5	100
23	20	12	6	4	8	15	100
24	25	8	6	3	4	20	100

Вычисляют полную мощность цели в комплексной форме

$$S = \dot{U} \cdot \dot{I} = U [I_{a1} + (I_{a2} + jI_{L2}) + (I_{a3} - jI_{C3}) + jI_{C4}] = \quad (2.9)$$

$$= P_1 + (P_2 + jQ_{L2}) + (P_3 - jQ_{C3}) - jQ_{C4}$$

где  $\dot{I}$  - сопряженный комплекс тока. Сопряженный комплекс — это исходный комплекс у которого знак мнимой составляющей меняется на противоположный.

В соответствии с данными вычислений по формулам (2.7), (2.8), (2.9) строят на комплексных плоскостях раздельно диаграммы проводимостей, токов и мощностей.

Первоначально откладывают в масштабе ( $m_u$ ) комплекс напряжений  $\dot{U} = U (\psi_u=0)$  в положительном направлении оси вещественных чисел, затем (например для векторной диаграммы токов), откладывают в масштабе ( $m_i$ ) токи  $I_{a1}$ ,  $I_{a2}$ ,  $-jI_{L2}$ ,  $I_{a3}$ ,  $+jI_{C4}$ . Полный ток цепи (замыкающий вектор) отстает по фазе от напряжения при  $b_{L2} > (b_{C3} + b_{C4})$  ( $\varphi > 0$ ) и опережает по фазе напряжение при  $b_{L2} < (b_{C3} + b_{C4})$  ( $\varphi < 0$ )

На рис.2.2,а, рис.2.2,в, рис.2.2,с построенных, соответственно, диаграмма проводимостей, векторная диаграмма токов и диаграмма мощностей для произвольно принятых значений проводимостей цепи.

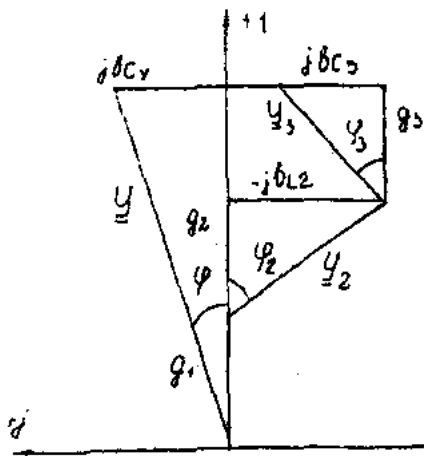


Рис. 2.2.а

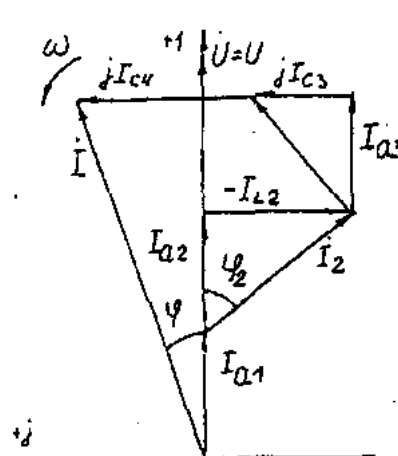


Рис. 2.2.в

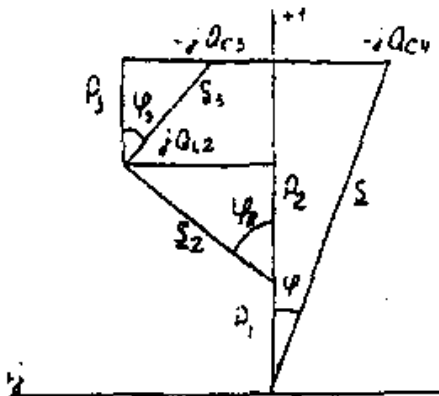


Рис. 2.2.с

### 2.3. Разветвленная цепь синусоидального тока

#### Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (табл. 2.3) с известными параметрами (табл. 2.4) определить токи в ветвях и полный ток, напряжение на участках цепи, мощности активные, реактивные и полные отдельных ветвей и всей цепи. Построить векторную диаграмму токов и векторную топографическую диаграмму напряжений цепи.

#### Методические указания.

Решить задачу, используя символический метод расчета для действующих значений напряжений и токов.

Вектор приложенного к цепи напряжения рекомендуется совместить с положительным направлением оси вещественных чисел, т. е.  $U=U$ .

Заданную задачу, можно решить, используя метод составления уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа, метод преобразования электрической схемы или другие известные методы.

Таблица 2.3.

№	Схема варианта	№	Схема варианта
1		13	
2		14	
3		15	
4		16	
5		17	
6		18	
7		19	

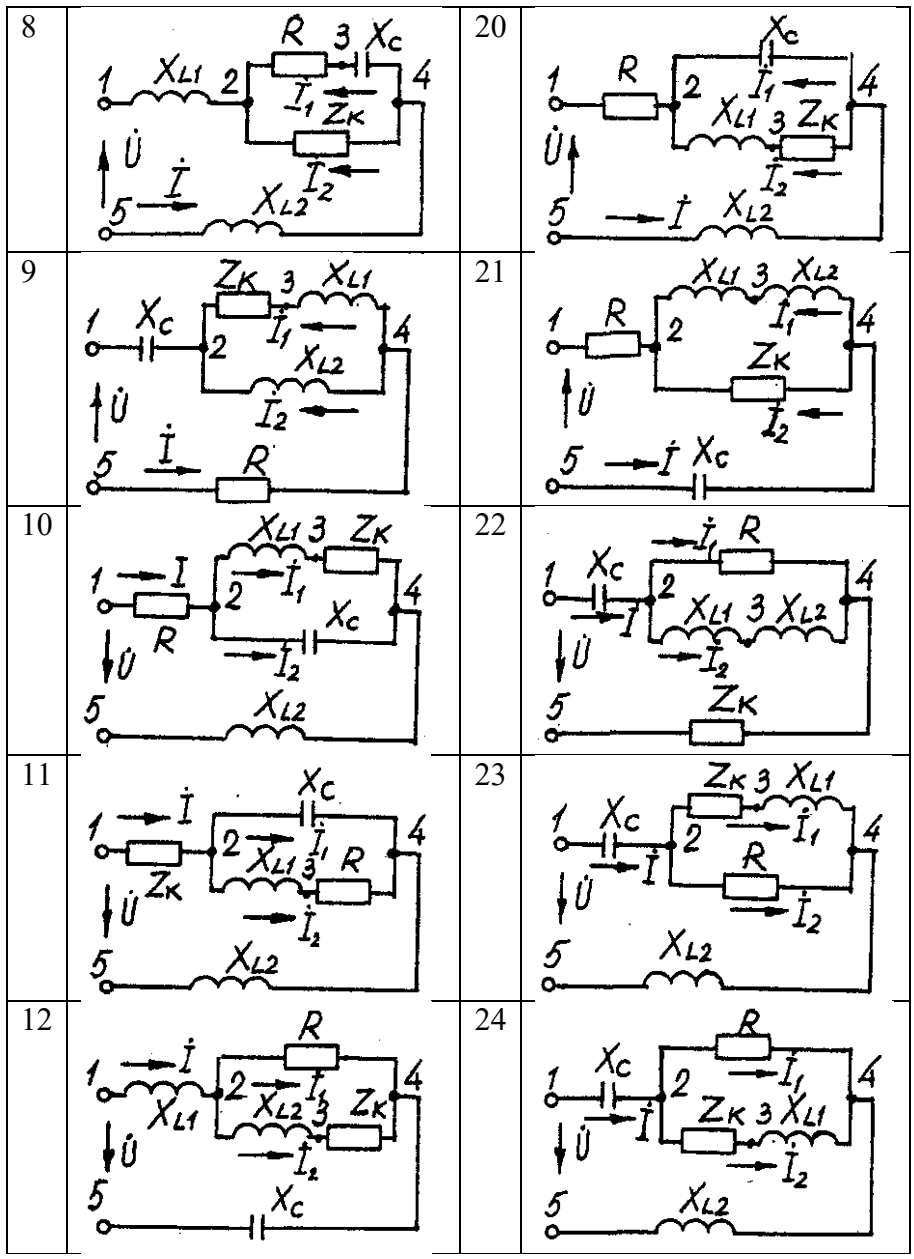




Таблица 2.4

Номер варианта	Значение параметров						
	U, В	R, Ом	X <sub>L1</sub> , Ом	X <sub>L2</sub> , Ом	X <sub>C</sub> , Ом	R <sub>K</sub> , Ом	X <sub>LK</sub> , Ом
1	160	18	23	10	8	15	7
2	180	30	23	18	43	13	12
3	200	12	46	31	18	10	20
4	260	2	14	27	13	9	12
5	100	14	12	15	31	21	14
6	380	19	16	27	15	15	16
7	140	13	62	3	35	12	22
8	120	8	25	3	14	10	11
9	220	3	8	26	4	6	33
10	20	16	40	25	44	6	7
11	400	16	2	35	55	11	16
12	240	31	7	23	14	2	7
13	320	19	22	10	17	9	12
14	380	20	19	20	23	9	42
15	60	21	63	7	29	8	37
16	40	44	32	12	54	16	10
17	300	35	36	27	33	71	27
18	280	11	51	14	7	21	34
19	80	13	64	82	25	12	46
20	240	16	42	11	91	46	9
21	100	16	18	23	13	10	24
22	200	7	5	18	38	14	20
23	180	21	22	14	25	6	11
24	160	24	92	46	85	27	10

**Пример решения задачи**

Для заданной электрической цепи (рис. 2.3) с параметрами:  $U=100$  В;  $R_K=6$  Ом;  $X_{L1}=6$  Ом;  $R_1=8$  Ом;  $X_C=6$  Ом;  $X_C=10$  Ом;  $X_{L2}=11$  Ом определить токи в ветвях, напряжения на участках цепи, активные, реактивные и полные мощности. Построить векторную диаграмму токов и векторную топографическую диаграмму напряжений цепи.

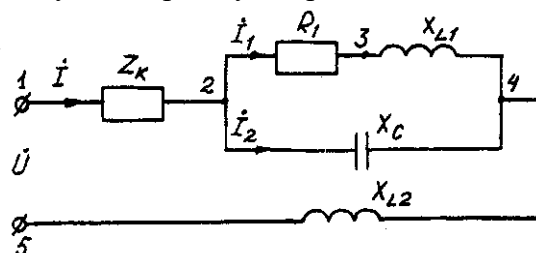


Рис. 2.3. Схема электрической цепи

Задаемся условным положительным направлением токов в ветвях. Выбираем два независимых контура (1-2-3-4-5-1, 2-3-4-2). Для определения трех неизвестных токов ( $\dot{I}$ ,  $\dot{I}_1$ ,  $\dot{I}_2$ ), составляем систему (2.1) из трех уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа (одно по первому и два по второму законам) в комплексной форме:

$$\left. \begin{aligned} \dot{I} - \dot{I}_1 - \dot{I}_2 &= 0 \\ \dot{I}(R_K + jX_{L2}) + \dot{I}_1(R_1 + jX_{L1}) + \dot{I}_2 jX_{L2} &= \dot{U}; \\ \dot{I}_1(R_1 + jX_{L1}) - \dot{I}_2(-jX_C) &= 0. \end{aligned} \right\} (2.10)$$

$$\left. \begin{aligned} \dot{I} - \dot{I}_1 - \dot{I}_2 &= 0 \\ \dot{I}(6 + j6) + \dot{I}_1(8 + j6) + \dot{I}_2 j11 &= 100; \\ \dot{I}_1(8 + j6) - \dot{I}_2(-j10) &= 0. \end{aligned} \right\} (2.11)$$

Определяем токи в ветвях, решая систему уравнений(2.11), А

$$\dot{I}_1 = (-1 - j5,5) = 5,59e^{j100^\circ} \text{А},$$

$$\dot{I}_2 = (5 - j2,5) = 5,59e^{j27^\circ} \text{А},$$

$$\dot{I} = (4 - j3) = 5e^{j37^\circ} \text{А}.$$

Определяем падения напряжения на отдельных участках цепи, В:

$$\dot{U}_{12} = \dot{I} * \underline{Z}_K = (4 - j3)(6 + j6) = (42 + j6) = 42,4e^{j8^\circ};$$

$$\dot{U}_{23} = \dot{I}_1 * R_1 = (-1 - j5,5)8 = (8 - j44) = 42e^{j100^\circ};$$

$$\dot{U}_{34} = \dot{I}_1 * jX_{L1} = (-1 - j5,5)j6 = (33 - j6) = 33,54e^{j10^\circ};$$

$$\dot{U}_{24} = (25 - j50) = 55,9e^{j63^\circ};$$

$$\dot{U}_{45} = \dot{I} * jX_{L2} = (4 - j3)j11 = (33 + j44) = 55e^{53^\circ}.$$

Проверка решений, В:

$$\dot{U} = \dot{U}_{12} + \dot{U}_{23} + \dot{U}_{34} + \dot{U}_{45} = 100.$$

Определяем мощности, ВА:

$$\underline{S}_{12} = \dot{U}_{12} \cdot \dot{I} = 42,4 e^{j8^\circ} \cdot 5e^{j37^\circ} = 212e^{j45^\circ} = 150 + j150;$$

$$\underline{S}_{24} = \dot{U}_{24} \dot{I}_1 + \dot{U}_{24} \cdot \dot{I}_2 = 55,9e^{j63^\circ} \cdot 5,59e^{j100^\circ} + 55,9e^{j63^\circ} \cdot 5,59e^{j27^\circ} = 313e^{j37^\circ} + 313e^{j90^\circ} = 250 + j188 -$$

$j313;$

$$\underline{S}_{45} = \dot{U}_{45} \cdot \dot{I} = 55 e^{j53^\circ} \cdot 5e^{j37^\circ} = 275e^{j90^\circ} = j275;$$

$$\underline{S} = \underline{S}_{12} + \underline{S}_{24} + \underline{S}_{45} = 150 + j150 + 250 + j188 - j313 + j275 = 400 + j613 - j313 = P + jQ_L - jQ_C.$$

$$\underline{S} = \dot{U} \cdot \dot{I} = 100 \cdot 5e^{j37^\circ} = 500e^{j37^\circ} = (400 + j300).$$

где  $\dot{I}$  - сопряженные комплексы токов.

Строим векторные диаграммы токов и напряжений (рис. 2.4).

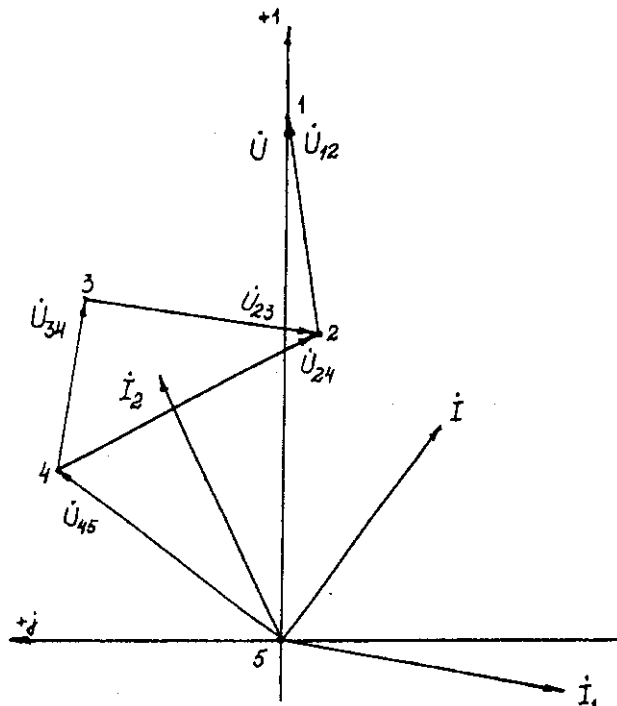


Рис. 2.4. Векторная диаграмма токов и напряжений

## Задача 3. РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

### 3.1. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника звездой

Номер варианта	Значения параметров									
	U <sub>A</sub> , В	Сопротивление фазы «а», Ом			Сопротивлени е фазы «b», Ом			Сопротивление фазы «с», Ом		
		R	X <sub>L</sub>	X <sub>C</sub>	R	X <sub>L</sub>	X <sub>C</sub>	R	X <sub>L</sub>	X <sub>C</sub>
1	127	10	-	-	-	-	127	3	4	-
2	127	3	-	4	10	-	-	-	12,7	-
3	127	-	-	10	4	3	-	12,7	-	-
4	127	3	4	-	-	-	10	12,7	-	-
5	220	20	-	-	6	8	-	12	-	16
6	220	-	-	22	20	-	-	16	12	-
7	220	20	-	-	6	8	.	8	-	6
8	220	20	-	-	16	-	12	12	16	-
9	380	50	-	-	-	-	30	-	-	190
10	380	-	-	50	16	12	-	-	-	38
11	380	12	16	-	38	-	-	16	12	-
12	380	38	-	-	15	-	20	20	20	-
13	127	-	-	12,7	10	-	-	4	3	.
14	127	12,7	-	-	4	3	-	6	-	8
15	127	3	4	-	-	-	10	-	-	12,7
16	127	8	6	-	3	-	4	12,7	-	-
17	220	20	-	-	-	-	22	8	6	-
18	220	6	-	8	22	-	-	-	-	22
19	220	16	12	-	-	-	20	22	-	-
20	220	-	-	22	-	-	22	22	-	-
21	380	38	-	-	-	-	38	-	38	-
22	380	-	10	-	16	12	-	38	-	-
23	380	20	-	-	-	-	20	-	20	-
24	380	38	-	-	20	15	-	15	-	20

#### Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (рис. 3.1) с известными параметрами (табл. 3.1) определить токи и напряжения в четырехпроводной цепи. Вычислить активную, реактивную и полную мощности цепи. Построить в масштабе векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.

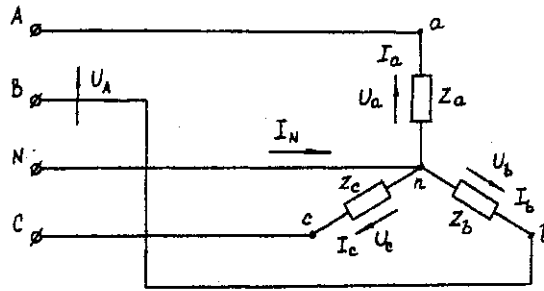


Рис. 3.1. Соединение фаз приемника звездой

Определить фазные напряжения и токи после обрыва нейтрального провода. Построить векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.

Методические указания.

Задачу решить, используя символический метод расчета.

Для четырехпроводной звезды напряжения фаз генератора (источника) и приемника принять равными (т. е. пренебречь потерями в соединительных проводах).

Вектор напряжения фазы "А" генератора рекомендуется совместить с положительным направлением оси вещественных чисел ( $\dot{U}_A = U$ ).

Трехфазную систему фазных и линейных напряжений генератора принять симметричной (т. е. напряжения равны по модулю и сдвинуты друг относительно друга на  $120^\circ$ ).

### Пример решения задачи

Трехфазная нагрузка включена четырехпроводной звездой. Фазное напряжение генератора  $\dot{U}_A = 220 \text{ В}$ ;  $\underline{Z}_a = 22 \text{ Ом}$ ;  $\underline{Z}_b = (16 + j12) = 20e^{j37^\circ} \text{ Ом}$ ;  $\underline{Z}_c = (12 - j16) = 20e^{-j53^\circ} \text{ Ом}$ .

Определить токи в фазах и нейтральном проводе, мощность цепи. Построить векторную диаграмму напряжений и токов. Решение произвести для двух режимов:

а) нейтральный провод исправен; б) нейтральный провод оборван.

а). Нейтральный провод исправен.

$$\dot{U}_a = \dot{U}_A = 220 \text{ В};$$

$$\dot{U}_b = \dot{U}_B = 220e^{-j120^\circ} = (-110 - j190) \text{ В};$$

$$\dot{U}_c = \dot{U}_C = 220e^{j120^\circ} = (-110 + j190) \text{ В}.$$

$$\dot{I}_a = \dot{U}_a / \underline{Z}_a = 220 / 22 = 10 \text{ А};$$

$$\dot{I}_b = \dot{U}_b / \underline{Z}_b = 220e^{-j120^\circ} / 20e^{j37^\circ} = 11e^{-j157^\circ} = (-10,13 - j4,3) \text{ А};$$

$$\dot{I}_c = \dot{U}_c / \underline{Z}_c = 220e^{j120^\circ} / 20e^{-j53^\circ} = 11e^{j173^\circ} = (-10,92 + j1,34) \text{ А}.$$

$$\dot{I}_N = \dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c = 10 + (-10,13 - j4,3) + (-10,92 + j1,34) = (-11,05 - j2,96) = 11,44e^{-j165^\circ} \text{ А}. \quad (3.1)$$

$$\underline{S}^{(3)} = \underline{S}_a + \underline{S}_b + \underline{S}_c = \dot{U}_a \dot{I}_a + \dot{U}_b \dot{I}_b + \dot{U}_c \dot{I}_c = 220 \cdot 10 + 220e^{-j120^\circ} 11e^{j157^\circ} + 220e^{j120^\circ} 11e^{j173^\circ} = 2200 + 2420e^{j37^\circ} + 2420e^{j53^\circ} = 2200 + (1933 + j1456) + (1456 - j1933) = (5589 - j477) = 5610e^{-j5^\circ} \text{ ВА}.$$

Векторная диаграмма напряжений и токов представлена на рис. 3.2.

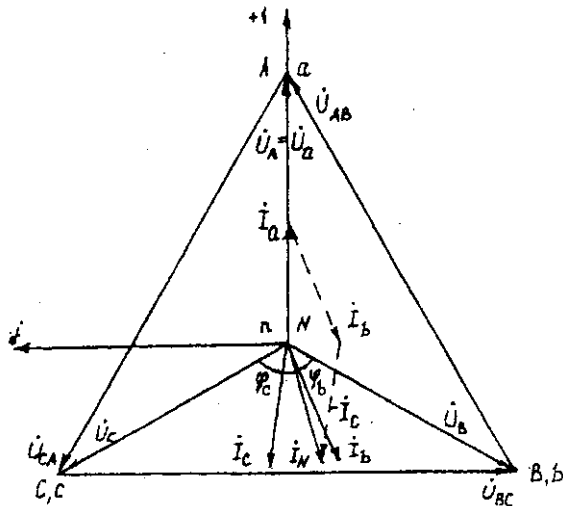


Рис. 3.2. Векторная диаграмма напряжений и токов

б). *Нейтральный провод оборван.*

Четырехпроводная звезда преобразуется в трехпроводную звезду, поэтому между нейтральными точками генератора и несимметричной нагрузки появляется напряжение смещения  $U_{nN}$ , вычисляемое по формуле:

$$U_{nN} = (U_A Y_a + U_B Y_b + U_C Y_c) / (Y_a + Y_b + Y_c). \quad (3.2)$$

Проводимости фаз нагрузки, См

$$Y_a = 1/Z_a = 1/22 = 0,045;$$

$$Y_b = 1/Z_b = 1/20e^{j37^\circ} = 0,05e^{-j37^\circ} = (0,04 - j0,03);$$

$$Y_c = 1/Z_c = 1/20e^{j53^\circ} = 0,05e^{-j53^\circ} = (0,03 + j0,04).$$

Вычисления упрощаются, если в числителе формулы (3.2) использовать значение  $I_N$  из предыдущего расчета при исправном нейтральном проводе

$$\dot{U}_{nN} = (-11,05 - j2,96) / [0,045 + (0,04 - j0,03) + (0,03 + j0,04)] = 11,44e^{-j165^\circ} / 0,1154e^{j5^\circ} = 99e^{-j170^\circ} = (-97,5 - j17,2) \text{ В.}$$

Вычисляем напряжения фаз нагрузки, В

$$\dot{U}_a = \dot{U}_A - \dot{U}_{nN} = 220 - (-97,5 - j17,2) = (317,5 + j17,2) = 318 e^{j3^\circ};$$

$$\dot{U}_b = \dot{U}_B - \dot{U}_{nN} = (-110 - j190) - (-97,5 - j17,2) = (-12,5 - j172,8) = 173,3e^{j94^\circ};$$

$$\dot{U}_c = \dot{U}_C - \dot{U}_{nN} = (-110 + j190) - (-97,5 - j17,2) = (-12,5 + j207,2) = 207,4e^{j94^\circ}.$$

Векторная диаграмма напряжений генератора и нагрузки представлена на рис. 3.3.

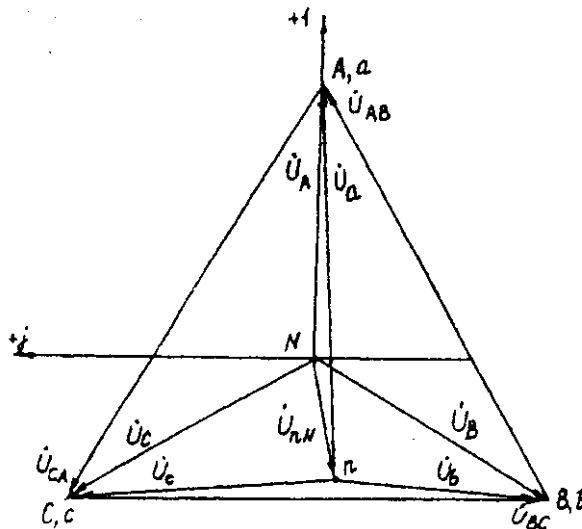


Рис. 3.3. Векторная диаграмма напряжений генератора и нагрузки

### 3.2. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника треугольником

Номер варианта	Значения параметров									
	$U_A, В$	Сопротивление фазы «а», Ом			Сопротивление фазы «б», Ом			Сопротивление фазы «с», Ом		
		R	$X_L$	$X_C$	R	$X_L$	$X_C$	R	$X_L$	$X_C$
1	220	6	8	-	-	-	20	22	-	-
2	220	20	-	-	12	16	-	16	-	12
3	220	-	-	10	3	-	4	8	6	-
4	220	-	22	-	-	-	22	22	-	-
5	380	19	-	.	12	-	16	20	15	-
6	380	-	-	38	15	-	20	20	-	-
7	380	20	15	-	38	-	-	24	-	32
8	380	-	38	-	-	-	38	38	-	-
9	220	-	-	22	-	22	-	22	-	-
10	220	20	-	-	20	-	-	-	-	20
11	220	-	-	10	6	8	.	8	-	6
12	220	3	4	-	-	-	5	4	3	-
13	380	12	16	-	16	-	12	20	-	-
14	380	-	-	19	19	-	-	-	19	-
15	380	-	38	-	-	-	38	38	-	-
16	380	20	15	-	15	-	20	20	-	-
17	220	-	-	20	20	-	.	-	20	-
18	220	12	-	16	16	12	-	20	-	-
19	220	-	-	5	6	8	-	8	-	6
20	220	6	8	-	8	-	6	10	-	-
21	380	24	32	-	19	.	-	32	-	24
22	380	-	-	38	32	24	-	24	.	32
23	380	38	-	-	-	38	-	-	-	38
24	380	-	38	-	24	-	32	19	-	-

#### Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (рис. 3.4) с известными параметрами (табл. 3.2) определить линейные и фазные токи.

Вычислить активную, реактивную и полную мощности трехфазной цепи. Построить векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.

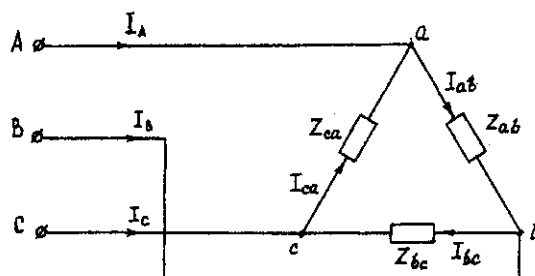


Рис. 3.4. Соединение фаз приемника треугольником

#### Методические указания.

Задачу решить, используя символический метод расчета.

Фазные напряжения приемника принять равными линейным напряжениям генератора (т. е. сопротивлениями соединенных проводов пренебречь).

Вектор линейного напряжения  $\dot{U}_{AB}$  рекомендуется совместить с положительным направлением оси вещественных чисел, т. е.  $\dot{U}_{ab} = \dot{U}_{AB}$

Трехфазную систему линейных и фазных напряжений генератора и приемника принять как симметричную трехфазную систему напряжений (т. е. напряжения равны по модулю и сдвинуты друг относительно друга по фазе на  $120^\circ$ ).

### Последовательность решения.

Начертить схему, конкретизируя нагрузку фаз приемника в соответствии с заданием.

Записать комплексы фазных напряжений приемника

$$\begin{aligned}\dot{U}_{ab} &= \dot{U}_{AB} = U \\ \dot{U}_{bc} &= \dot{U}_{BC} = Ue^{j120^\circ} \\ \dot{U}_{ca} &= \dot{U}_{CA} = Ue^{j120^\circ}\end{aligned}$$

Вычислить фазные токи приемника по формулам:

$$\begin{aligned}\dot{I}_{ab} &= \dot{U}_{ab} / \underline{Z}_{ab}; \\ \dot{I}_{bc} &= \dot{U}_{bc} / \underline{Z}_{bc}; \\ \dot{I}_{ca} &= \dot{U}_{ca} / \underline{Z}_{ca}.\end{aligned}$$

Вычислить линейные токи по формулам:

$$\begin{aligned}\dot{I}_A &= \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca}; \\ \dot{I}_B &= \dot{I}_{bc} - \dot{I}_{ab}; \\ \dot{I}_C &= \dot{I}_{ca} - \dot{I}_{bc}.\end{aligned}$$

Вычислить активную мощность цепи по формуле

$$P^{(3)} = P_{ab} + P_{bc} + P_{ca} = \operatorname{Re}(\dot{U}_{ab}\dot{I}_{ab}) + \operatorname{Re}(\dot{U}_{bc}\dot{I}_{bc}) + \operatorname{Re}(\dot{U}_{ca}\dot{I}_{ca})$$

Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

### Пример решения задачи

Трехфазная нагрузка соединена треугольником. Задано линейное напряжение генератора  $\dot{U}_{AB} = 380\text{В}$ ,  $\underline{Z}_{ab} = 22 \text{ Ом}$ ,  $\underline{Z}_{bc} = (16 + j12) \text{ Ом}$ ,  $\underline{Z}_{ca} = (16 - j12) \text{ Ом}$ . Определить фазные и линейные токи, активную мощность цепи. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

Записываем комплексы фазных напряжений приемника, В

$$\begin{aligned}\dot{U}_{ab} &= \dot{U}_{AB} = 380; \\ \dot{U}_{bc} &= \dot{U}_{BC} = 380e^{j120^\circ}; \\ \dot{U}_{ca} &= \dot{U}_{CA} = 380e^{j120^\circ}.\end{aligned}$$

Вычисляем фазные токи приемника по формулам, А:

$$\begin{aligned}\dot{I}_{ab} &= \dot{U}_{ab} / \underline{Z}_{ab} = 380 / 22 = 17,3; \\ \dot{I}_{bc} &= \dot{U}_{bc} / \underline{Z}_{bc} = 380e^{j120^\circ} / (16 + j12) = (-17,5 - j7,5) = 19e^{-j157^\circ}; \\ \dot{I}_{ca} &= \dot{U}_{ca} / \underline{Z}_{ca} = 380e^{j120^\circ} / (16 - j12) = (-17,5 + j7,5) = 19e^{j157^\circ}.\end{aligned}$$

Вычисляем линейные токи по формулам, А:

$$\begin{aligned}\dot{I}_A &= \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca} = 17,3 - (-17,5 + j7,5) = (34,8 - j7,5) = 35,6e^{j12^\circ}; \\ \dot{I}_B &= \dot{I}_{bc} - \dot{I}_{ab} = (-17,5 + j7,5) - 17,3 = (34,8 - j7,5) = 35,6e^{j168^\circ}; \\ \dot{I}_C &= \dot{I}_{ca} - \dot{I}_{bc} = (-17,5 + j7,5) - (-17,5 + j7,5) = j15.\end{aligned}$$

Вычисляем активную мощность цепи по формуле, Вт:

$$P^{(3)} = P_{ab} + P_{bc} + P_{ca} = \operatorname{Re}(\dot{U}_{ab}\dot{I}_{ab}) + \operatorname{Re}(\dot{U}_{bc}\dot{I}_{bc}) + \operatorname{Re}(\dot{U}_{ca}\dot{I}_{ca}) = \operatorname{Re}(380 \cdot 17,3) + \operatorname{Re}(380e^{j120^\circ} \cdot 19e^{j157^\circ}) + \operatorname{Re}(380e^{j120^\circ} \cdot 19e^{j157^\circ}) = 6600 + 5776 + 5776 = 18152.$$

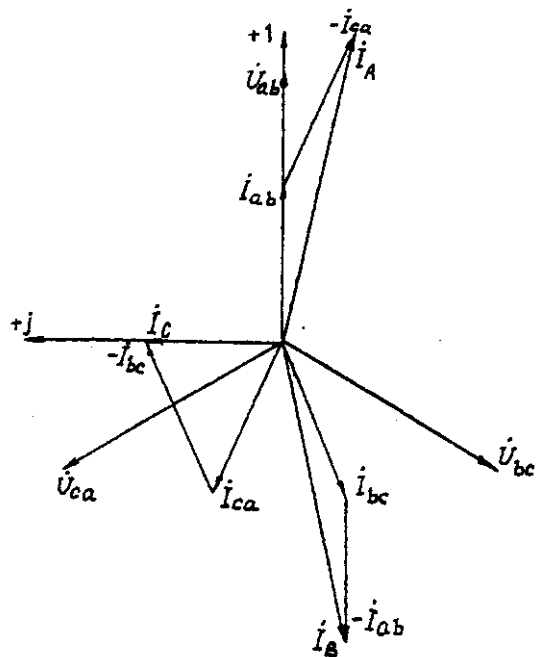


Рис. 3.5. Векторная диаграмма напряжений и токов

#### Задача 4. РАСЧЕТ СЛОЖНЫХ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ



Номер вариан- та	Исходные данные					
	$U_L, В$	$Z_{Л1}, Ом$	$Z_{Л2}, Ом$	$Z_2, Ом$	$P_1, кВт$	$\cos\varphi_1$
1	127	0,8	1,4+j1,0	4+j6	3	0,7
2	220	0,9	1,2+j1,4	6+j8	5	0,5
3	380	0,7	1,6+j1,4	9+j12	6	0,8
4	660	0,2	1,8+j2,0	16+j16	18	0,9
5	127	1,2	1,0+j1,4	4+j3	4	0,5
6	220	1,1	1,4+j1,2	6+j10	6	0,6
7	380	0,9	1,6+j1,2	10+j14	8	0,7
8	660	0,7	1,8+j1,6	18+j16	16	0,8
9	127	1,0	1,2+j1,0	2+j3	3	0,5
10	220	1,3	1,4+j1,8	7+j6	6	0,5
11	380	0,8	1,0+j1,8	12+j16	10	0,5
12	660	0,3	1,8+j1,4	16+j20	14	0,7
13	127	1,4	1,4+j2,0	5+j3	4	0,6
14	220	1,5	1,6+j1,0	8+j6	5	0,6
15	380	0,6	1,2+j1,6	16+j8	8	0,6
16	660	0,4	1,8+j1,2	20+j20	12	0,6
17	127	0,6	1,0+j1,6	5+j4	2	0,5
18	220	1,6	1,2+j2,0	9+j6	8	0,5
19	380	0,5	1,8+j1,0	12+j10	14	0,8
20	660	0,5	1,6+j2,0	20+j24	10	0,6
21	127	0,4	1,2+j1,8	6+j4	2	0,7
22	220	1,8	1,2+j1,6	9+j7	7	0,8
23	380	0,7	1,0+j1,2	14+j10	12	0,8
24	660	0,6	1,6+j1,8	18+j24	16	0,7

**Условие задачи.**

К зажимам симметричного трехфазного источника энергии присоединены два симметричных приемника (рис. 4.1). Первый из них соединен по схеме «звезда», потребляет активную мощность  $P_1$  при коэффициенте мощности  $\cos\varphi$  ( $\varphi_1 > 0$ ) и подключен непосредственно к зажимам источника. Второй приемник соединен по схеме "треугольник", имеет нагрузку в каждой фазе  $Z_2$  и подключен к источнику энергии через линию электропередачи с сопротивлением  $Z_{Л2}$ .

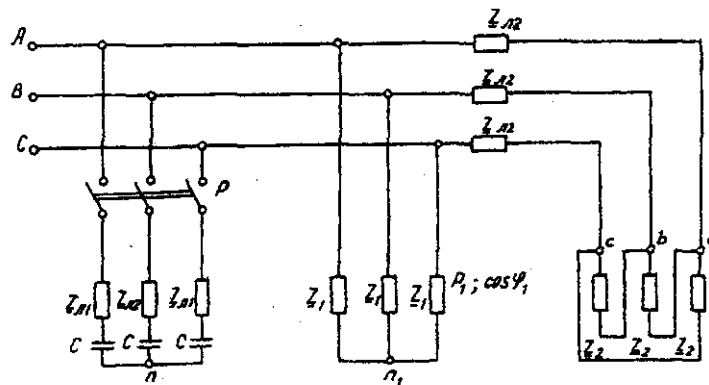


Рис. 4.1. Электрическая схема трехфазных потребителей

Для повышения коэффициента мощности приемников до единицы к тому же источнику через линию электропередачи с сопротивлением  $Z_{Л1}$  в каждой фазе подключается батарея конденсаторов  $C$ , соединенная по схеме "звезда".

Определить линейные и фазные токи и напряжения приемников при отключенной батарее конденсаторов и при включении ее; реактивную мощность в фазе батареи конденсаторов, необходимую для повышения коэффициента мощности приемников до единицы; емкость и ток в фазе батареи конденсаторов. Построить векторную топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов источника и приемников электрической энергии. Исходные данные приведены в табл. 4.1.

### Методические указания.

Задачу решить комплексным методом, совместив один из векторов фазного или линейного напряжений источника энергии с положительным направлением оси вещественных чисел. Для определения линейных и фазных токов и напряжений второго приемника рекомендуется провести эквивалентные преобразования треугольника в звезду.

Последовательность решения.

Записать линейные и фазные напряжения источника энергии в комплексной форме. Провести соответствующие эквивалентные преобразования второго приемника. Определить линейные токи приемников при отключенной батарее конденсаторов. Определить падение напряжений в проводах линии электропередачи  $Z_{Л2}$ . Определить фазные токи второго приемника. Определить реактивную мощность в фазе батареи конденсаторов, необходимую для повышения коэффициента мощности приемников до единицы. Определить емкость и ток в фазе батареи конденсаторов. Определить линейные токи источника энергии при включении батареи конденсаторов. Построить векторную топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов источника энергии и приемников.

### Пример решения задачи

Для заданной электрической схемы трехфазных потребителей (рис. 4.1) по известным параметрам:  $U_{Л} = 220$  В;  $Z_{Л1} = 1,7$  Ом;  $Z_{Л2} = (1,4 + j1,6)$  Ом;  $Z_2 = (9 + j7)$  Ом;  $P_1 = 4$  Вт;  $\cos \varphi_1 = 0,7$ ; определить линейные и фазные токи и напряжения приемников при отключенной батарее конденсаторов и при включении ее; реактивную мощность в фазе батареи конденсаторов, необходимую для повышения коэффициента мощности приемников до единицы; емкость и ток в фазе батареи конденсаторов. Построить векторную топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов источника и приемников электрической энергии.

1. Выразим линейные и фазные напряжения источника энергии в комплексной форме,

В

$$U_{\phi} = \frac{U_{Л}}{\sqrt{3}} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127.$$

Вектор фазного напряжения источника вещественных чисел, тогда, В

$\dot{U}_A$  направим по оси вещественных чисел, тогда, В

$$\dot{U}_A = \dot{U}_{\phi} = 127;$$

$$\dot{U}_B = \dot{U}_A \cdot e^{j120^{\circ}} = 127 \cdot e^{j120^{\circ}};$$

$$\dot{U}_C = \dot{U}_A \cdot e^{j240^{\circ}} = 127 \cdot e^{j240^{\circ}};$$

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_A - \dot{U}_B = 127 \cdot 127 \cdot e^{j120^{\circ}} = 220 e^{j30^{\circ}};$$

$$\dot{U}_{CA} = \dot{U}_C - \dot{U}_A = 127 \cdot e^{j120^{\circ}} - 127 = 220 e^{j150^{\circ}}.$$

2. Преобразуем треугольник сопротивлений  $a, b, c$  второго приемника (рис. 4.2) в эквивалентную звезду, Ом

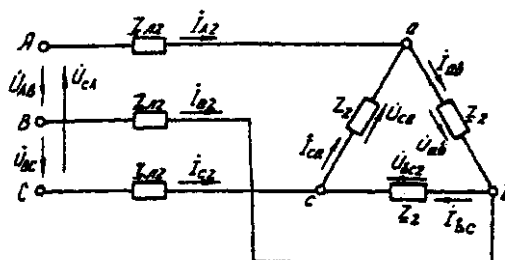


Рис. 4.2. Треугольник сопротивлений второго приемника

Поскольку приемник симметричный, то сопротивление фазы эквивалентной звезды в три раза меньше сопротивления фазы треугольника.

Для симметричных приемников, соединенных в звезду, потенциалы нулевых точек должны быть одинаковыми. В связи с этим дальнейший расчет выполним для одной фазы (фазы А) (рис. 4.3).

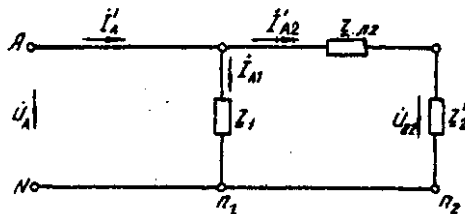


Рис. 4.3. Расчетная схема токов в фазе А

Полное сопротивление фазы эквивалентной звезды с учетом сопротивления линия  $Z_{Л2}$  равно, Ом.

3. Определить линейные и фазные токи и напряжения второго приемника, а также полную мощность одной его фазы при отключенной батарее конденсаторов.

Фазные токи эквивалентной звезды, А:

$$\begin{aligned} \dot{I}_{A2} &= \frac{\dot{U}_A}{Z_{\Sigma}} = \frac{127}{5,89 e^{j41^{\circ}48'}} = 21,52 e^{-j41^{\circ}48'}; \\ \dot{I}_{B2} &= 21,52 e^{j161^{\circ}48'}; \\ \dot{I}_{C2} &= 21,52 e^{j78^{\circ}12'}. \end{aligned}$$

Фазные токи эквивалентной звезды (рис. 4.4) равны линейным токам треугольника второго приемника (см. рис. 4.2).

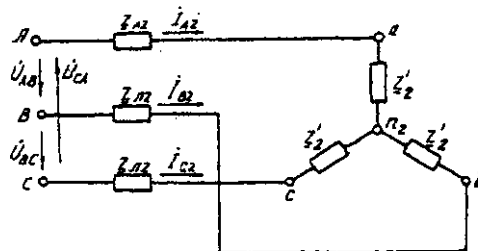


Рис. 4.4. Эквивалентная звезда второго приемника

Фазные напряжения эквивалентной звезды, В:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{a2} &= \dot{U}_A - \dot{I}_{A2} \cdot Z_{Л2} = 127 - 21,52 e^{-j41^{\circ}48'} \cdot 2,13 e^{j48^{\circ}49'} = 81,59 - j5,58 = 81,78 e^{-j3^{\circ}55'}; \\ \dot{U}_{b2} &= 81,78 e^{j123^{\circ}55'}; \\ \dot{U}_{c2} &= 81,78 e^{j116^{\circ}05'}. \end{aligned}$$

Линейные напряжения эквивалентной звезды, В:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{ab2} &= \dot{U}_{a2} - \dot{U}_{b2} = 81,78 e^{-j3^{\circ}55'} - 81,78 e^{j123^{\circ}55'} = 141,65 e^{j26^{\circ}05'}; \\ \dot{U}_{bc2} &= \dot{U}_{b2} - \dot{U}_{c2} = 81,78 e^{j123^{\circ}55'} - 81,78 e^{j116^{\circ}05'} = 141,65 e^{-j93^{\circ}55'}; \\ \dot{U}_{ca2} &= \dot{U}_{c2} - \dot{U}_{a2} = 81,78 e^{j116^{\circ}05'} - 81,78 e^{-j3^{\circ}55'} = 141,65 e^{j146^{\circ}05'}. \end{aligned}$$

Линейные напряжения эквивалентной звезды равны фазным напряжениям треугольника сопротивлений второго приемника (см. рис. 4.2). Фазные токи второго приемника, А:

$$\begin{aligned} \dot{I}_{ab} &= \frac{\dot{U}_{ab2}}{Z_{\Sigma}} = \frac{141,65 e^{j26^{\circ}05'}}{11,42 e^{j41^{\circ}48'}} = 12,42 e^{-j11^{\circ}47'}; \\ \dot{I}_{bc} &= 12,42 e^{j131^{\circ}47'}; \\ \dot{I}_{ca} &= 12,42 e^{j108^{\circ}13'}. \end{aligned}$$

Полная мощность одной фазы второго приемника с учетом сопротивления линии электропередачи  $Z_{Л2}$  равна, ВА:

$$\begin{aligned} S_2 &= U_A \cdot I_{A2} = 127 \cdot 21,52 e^{j41^{\circ}48'} = 2733 e^{j41^{\circ}48'} = (2037 + j1822); \\ P_2 &= 2037 \text{ Вт}; Q_2 = 1822 \text{ ВА}. \end{aligned}$$

4. Определим линейные и фазные напряжения и токи первого приемника, а также полную мощность одной его фазы при отключенной батарее конденсаторов.

Так как первый приемник подключен напрямую к источнику электрической энергии ( $Z_{Л} = 0$ ), то фазные и линейные напряжения приемника равны фазным и линейным напряжениям генератора, В:

$$\begin{aligned}\dot{U}_{a1} &= \dot{U}_1 = 127; \\ \dot{U}_{b1} &= \dot{U}_B = 127e^{j120^\circ}; \\ \dot{U}_{c1} &= \dot{U}_C = 127e^{j240^\circ}; \\ \dot{U}_{ab} &= \dot{U}_{AB} = 220e^{j30^\circ}; \\ \dot{U}_{bc} &= \dot{U}_{BC} = 220e^{j90^\circ}; \\ \dot{U}_{ca1} &= \dot{U}_{CA} = 220e^{j150^\circ};\end{aligned}$$

Для приемника, соединенного в звезду, фазные токи равны линейным  $I_\phi = I_L$ .

Определяем модуль фазного тока первого приемника, А:

$$I_\phi = \frac{P_1}{3U_\phi \cos \varphi_1} = \frac{4000}{3 \cdot 127 \cdot 0,7} = 15$$

Определяем угол сдвига фаз между напряжением и током первого приемника:

$$\cos \varphi_1 = 0,7; \varphi_1 = 45^\circ 34', (\varphi_1 > 0).$$

Записываем выражения фазных токов первого приемника в комплексной форме. Так как угол сдвига фаз между напряжением и током первого приемника известен, то начальная фаза тока, например фазы А, равна

$$\psi_{IA} = \psi_{UA} - \varphi_1 = 0 - 45^\circ 34' = -45^\circ 34'$$

Следовательно,

$$\begin{aligned}\dot{I}_{A1} &= 15 \cdot e^{-j45^\circ 34'}; \\ \dot{I}_{B1} &= 15 \cdot e^{j165^\circ 34'}; \\ \dot{I}_{C1} &= 15 \cdot e^{j74^\circ 26'};\end{aligned}$$

Полная мощность одной фазы первого приемника:

$$\begin{aligned}\dot{S}_1 &= \dot{U}_A \cdot \dot{I}_{A1} = 127 \cdot 15 \cdot e^{j45^\circ 34'} = 1905 e^{j45^\circ 34'} = (1333 + j360) \text{ ВА}; \\ P_1 &= 1333 \text{ кВт}; Q_1 = 1360 \text{ В} \cdot \text{А}.\end{aligned}$$

5. Определяем фазные (линейные) токи источника энергии при отключенной батарее конденсаторов (см. рис. 4.3), А:

$$\begin{aligned}\dot{I}'_A &= \dot{I}'_{A1} + \dot{I}'_{A2} = 15 \cdot e^{j45^\circ 34'} + 21,52 e^{j41^\circ 48'} = \\ &= 10,5 - j10,7 + 16 - j14,3 = 26,5 - j25 = 36,5 e^{j43^\circ 21'}; \\ \dot{I}'_B &= 36,5 e^{j163^\circ 21'}; \\ \dot{I}'_C &= 36,5 e^{j79^\circ 39'}.\end{aligned}$$

6. Определяем реактивную мощность в фазе батареи конденсаторов, необходимую для повышения коэффициента мощности приемников до единицы, ВА:

$$Q_c = Q_1 + Q_2 = 1360 + 1822 = 3182.$$

7. Определяем емкостное сопротивление в фазе батареи конденсаторов, Ом:

$$Q_c = I^2 X_c = \left(\frac{U}{Z}\right)^2 \cdot X_c = \frac{U^2 X_c}{Z^2} = \frac{U^2 X_c}{R_{Л1}^2 + X_c^2};$$

где  $Z = \sqrt{R_{Л1}^2 + X_c^2}$  - модуль полного сопротивления в фазе батареи конденсаторов с учетом сопротивления линии  $Z_{Л1} = R_{Л1}$ .

$$\begin{aligned}X_c^2 - \frac{U^2}{Q_c} X_c + R_{Л1}^2 &= 0; \\ X_{c1,2} &= \frac{U^2}{2Q_c} \pm \sqrt{\left(\frac{U^2}{2Q_c}\right)^2 - R_{Л1}^2} = \frac{127^2}{2 \cdot 3182} \pm \sqrt{\left(\frac{127^2}{2 \cdot 3182}\right)^2 - 1,7^2} = (2,53 \pm 1,88); \\ X_{c1} &= 4,41; X_{c2} = 0,65.\end{aligned}$$

Следовательно, режиму полной компенсации реактивной мощности удовлетворяют два значения емкостного сопротивления. Принимаем большее, так как, во-первых, большему сопротивлению соответствует меньший ток в фазе батареи конденсаторов и, соответственно, меньшие потери активной мощности на сопротивлении  $Z_{Л1} = R_{Л1}$ . Во-вторых, большее значе-

ние емкостного сопротивления определяет меньшую емкость батареи конденсаторов, необходимую для компенсации реактивной мощности приемников.

8. Определяем емкость в фазе батареи конденсаторов, Ф

$$C = \frac{1}{X_c \cdot \omega} = \frac{1}{X_c \cdot 2\pi f} = \frac{1}{4,41 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 7,22 \cdot 10^{-4}$$

При этом полное сопротивление в фазе батареи конденсаторов с учетом сопротивления линии  $Z_{л1}$  (рис. 4.5) равно, Ом:

$$\underline{Z} = Z_{л1} - jX_c = 1,7 - j4,41 = 4,73 e^{-j68^{\circ}55'}$$

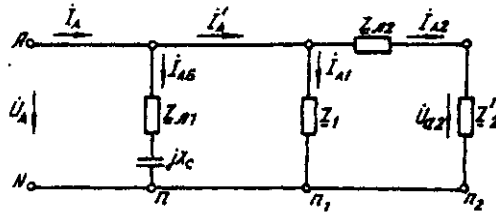


Рис. 4.5. Расчетная схема токов в фазе А с учетом батареи конденсаторов

9. Определяем фазные токи батареи конденсаторов, А:

$$\underline{I}_{A6} = \frac{\underline{U}_A}{\underline{Z}_6} = \frac{127}{4,73 e^{-j68^{\circ}55'}} = 9,66 + j25 = 26,85 e^{68^{\circ}55'}$$

$$\underline{I}_{B6} = 26,85 e^{j51^{\circ}05'} \text{ А}; \quad \underline{I}_{C6} = 26,85 e^{j188^{\circ}55'}$$

10. Определяем фазные (линейные) токи источника энергии при включенной батарее конденсаторов (см. рис. 4.5), А;

$$\underline{I}_A = \underline{I}_{A6} + \underline{I}'_A = 9,66 + j25 + 26,5 - j25 = 36,16;$$

$$\underline{I}_B = 36,16 e^{j120^{\circ}}; \quad \underline{I}_C = 36,16 e^{j120^{\circ}}$$

Данные расчета показывают, что фазные токи и напряжения источника совпадают по фазе. Следовательно, параметр емкости  $C$  в фазе батареи конденсаторов, необходимый для повышения коэффициента мощности приемников до единицы, выбран верно.

11. Строим векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений для источника и приемников электрической энергии (рис. 4.6).

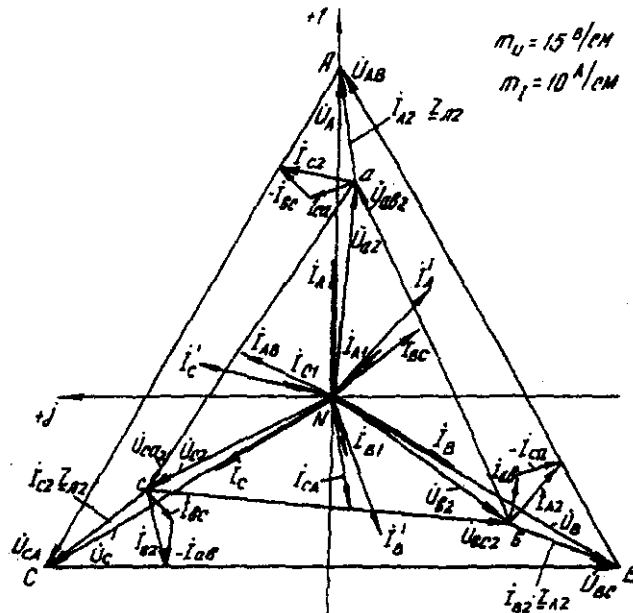


Рис. 4.6. Векторная диаграмма

На комплексной плоскости откладываем комплексные значения токов (векторы токов) и напряжений (векторы напряжений) в выбранных предварительно масштабах. Наиболее удобными в рассматриваемом расчете являются: масштаб напряжений  $m_U = 15 \text{ В/см}$  и масштаб тока  $m_I = 10 \text{ А/см}$ . Векторы токов второго приемника направляем из вершин треугольника напряжений  $a, b, c$ . Все остальные векторы токов - из начала координат.

## Задача 5. РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Номер варианта	Значение параметров						
	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	R <sub>4</sub> , Ом	C, мкФ	L, мГн	U, В
1	50	-	50	-	170	-	100
2	25	25	25	-	.	125	100
3	25	25	25	-	40	-	100
4	50	50	50	-	-	250	100
5	50	50	50	50	60	-	100
6	50	50	50	-	-	250	100
7	25	25	25	-	180	-	100
8	50	50	50	-	-	125	100
9	25	25	25	25	100	-	100
10	25	25	25	-	-	250	100
11	50	50	50	-	90	-	100
12	25	25	25	-	-	250	100
13	25	25	-	-	110	-	100
14	25	25	-	-	-	125	100
15	20	50	10	50	-	125	100
16	50	10	50	15	260	-	100
17	50	25	50	-	-	125	100
18	50	50	50	-	120	-	100
19	50	50	50	-	-	125	100
20	25	-	25	-	190	-	100
21	25	50	25	-	-	125	100
22	50	50	50	-	-	125	100
23	50	50	50	-	60	-	100
24	50	50	50	-	180	-	100

### Условие задачи.

Для заданной электрической схемы из табл. 5.1 с известными параметрами (табл. 5.2) рассчитать переходный процесс классическим и операторным методами, определить законы изменений токов и напряжений во времени. Построить эти зависимости.

### Последовательность решения классическим методом расчета.

Составить систему дифференциальных уравнений по законам Кирхгофа для электрической цепи, получающейся после коммутации, при этом использовать соотношения  $u_L = L di/dt$ ,  $i = Cdu/dt$ .

Подставить числовые значения заданных параметров в систему уравнений.

Решить систему уравнений относительно тока через индуктивность (напряжения на емкости), в результате получается неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка.

Решением неоднородного дифференциального уравнения является сумма частного (принужденная составляющая) и общего (свободная составляющая) решения однородного дифференциального уравнения.

Принужденная составляющая определяется расчетом в послекоммутационной электрической цепи в установившемся режиме.

Свободная составляющая при решении однородных дифференциальных уравнений первого порядка определяется как

$$Ae^{pt}$$

где  $A$  - постоянная интегрирования;  $p$  - корень характеристического уравнения.

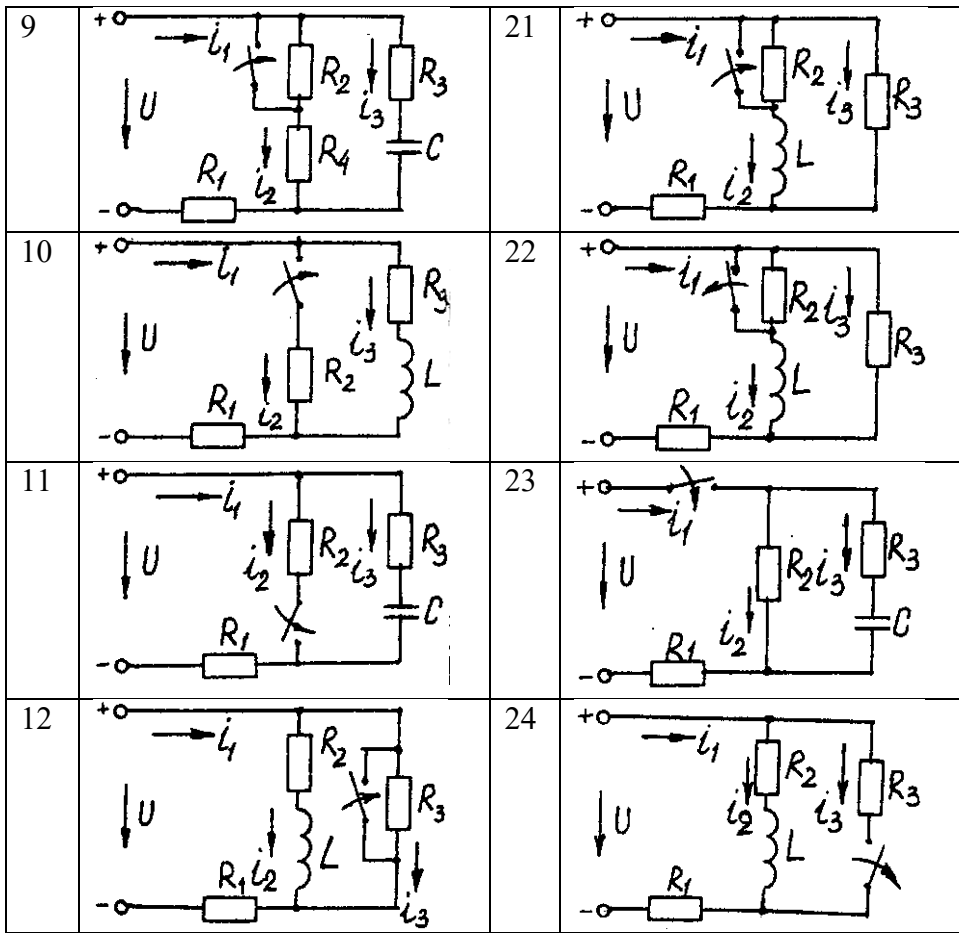
Характеристическое уравнение составляется по однородному дифференциальному уравнению.

#### **Последовательность решения операторным методом расчета.**

Расчетные формулы и последовательность решения этим методом приведены в примерах расчета цепей, содержащих индуктивность и емкость.

№	Схема варианта	№	Схема варианта
1		13	
2		14	
3		15	
4		16	
5		17	
6		18	
7		19	
8		20	





Пример расчета цепи, содержащей индуктивность (рис. 5.1).

Исходные данные:  $U = 100 \text{ В}$ ;  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 25 \text{ Ом}$ ;  $L = 0,25 \text{ Гн}$ .

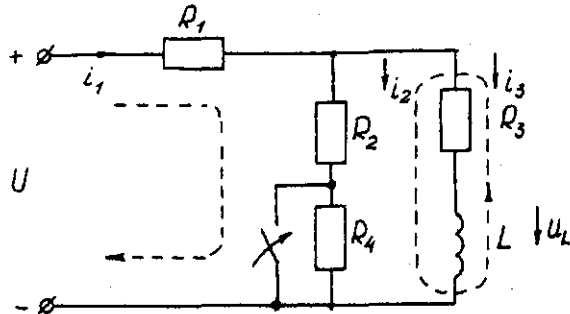


Рис. 5.1. Схема электрической цепи

Определить законы изменения токов, напряжения  $u_L$  при переходе цепи от одного установившегося состояния к другому классическим и операторными методами. Построить эти зависимости.

**Решение классическим методом.**

Составляем систему дифференциальных уравнений по законам Кирхгофа (три уравнения для определения трех неизвестных токов) для цепи, получающейся после коммутации:

$$\begin{cases} i_1 = i_2 + i_3; \\ i_1 R_1 + i_2 R_2 = U; \\ i_2 R_2 - u_L - i_3 R_3 = 0 \end{cases} \quad (5.1)$$

Решаем систему уравнений относительно тока через индуктивность  $i_3$  (избавляемся от токов  $i_2$  и  $i_1$ )

$$(R_1 + R_2) u_L + [R_1 R_2 + R_1 (R_1 + R_2)] i_3 = R_2 U$$

Решение упрощается, если в систему уравнений (5.1) подставить заданные числовые значения;

$$\begin{cases} i_1 = i_2 + i_3; \\ 25i_1 + 25i_2 = 100; \\ 25i_2 - u_L - 25i_3 = 0 \end{cases} \quad (5.2)$$

Решая систему уравнений (5,2), получаем

$$2u_L + 75i_3 = 100. \quad (5.3)$$

Подставив соотношение  $u_L = Ldi_3/dt$  в уравнение (5.3), получим

$$2Ldi_3/dt + 75i_3 = 100,$$

и окончательно получаем неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка

$$di_3/dt + 150i_3 = 200. \quad (5.4)$$

Решением уравнения (5.4) является сумма принужденной и свободной составляющих тока  $i_3(t)$

$$i_3(t) = i_3(t)_{np} + i_3(t)_{св}. \quad (5.5)$$

Принужденная составляющая тока определяется из уравнения (5.4) как новое установившееся значение по окончании переходного процесса

$$i_3(t)_{np} = 200/150 = 1,33 \text{ А}. \quad (5.6)$$

Запишем однородное дифференциальное уравнение первого порядка

$$di_3/dt + 150i_3 = 0 \quad (5.7)$$

и характеристическое уравнение

$$p + 150 = 0. \quad (5.8)$$

Свободная составляющая тока определяется как

$$i_3(t)_{св} = Ae^{pt}, \quad (5.9)$$

где  $A$  - постоянная интегрирования;  $p$  - корень характеристического уравнения (5.8),  $p = -150$ ;  $\tau$  - постоянная времени электрической цепи,  $\tau = 1/150$ .

Постоянная интегрирования определяется из начальных условий, исходя из первого закона коммутации (ток через индуктивность при коммутациях не меняется скачком).

С учетом уравнений (5.6) и (5.9) уравнение (5.5) запишем как

$$i_3(t) = 1,33 + Ae^{-150t}.$$

Значение тока  $i_3(0)$  определяем, рассчитывая цепь до коммутации

$$i_3(0) = 1,6 \text{ А}.$$

По первому закону коммутации  $i_3(0) = i_3(0)_{np} + i_3(0)_{св} = 1,6 \text{ А}$ ,  $i_3(0) = 1,33 + Ae^{-150 \cdot 0} = 1,6$ , откуда  $A = 1,6 - 1,33 = 0,27$ .

Окончательно

$$\begin{aligned} i_3(t) &= 1,33 + 0,27 e^{-150t}; \\ u_L(t) &= Ldi_3/dt = 0,25 - 0,27(-150) e^{-150t} = -10 e^{-150t}; \\ u_2(t) &= [u_3(t)R_3 + u_L(t)]/R_2 = 1,33 - 0,13 e^{-150t}; \\ i_1(t) &= i_2(t) + i_3(t) = 2,66 + 0,14 e^{-150t}. \end{aligned}$$

### Решение операторным методом.

На рис. 5.2 представлена операторная схема замещения цепи (см. рис. 5.1).

Составляется система уравнений в изображениях (в операторной форме)

$$\begin{cases} I_1(p) = I_2(p) + I_3(p); \\ I_1(p)R_1 + I_2(p)R_2 = U/p; \\ I_2(p)R_2 - L[pI_3(p) - i_3(0)] - I_3(p)R_3 = 0. \end{cases} \quad (5.10)$$

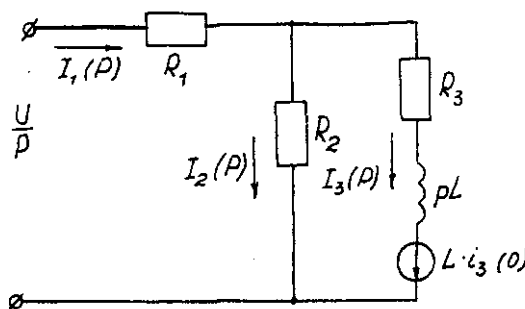


Рис. 5.2. Операторная схема замещения электрической цепи

Система уравнений решается относительно любого тока. Достаточно просто получаем уравнение в изображениях для тока через индуктивность, если использовать дифференциальное уравнение (5.4), из которого следует:

$$[pI_3(p) - i_3(0)] + 150I_3(p) = 200/p;$$

$$pI_3(p) + 150I_3(p) = 200/p + i_3(0) = 200/p + 1,6$$

и окончательно

$$I_3(p) = (200 + 1,6p) / p(p + 150) = F_1(p) / F_2(p), \quad (5.11)$$

где  $F_1(p)$  - полином числителя;  $F_2(p)$  - полином знаменателя.

Переход от изображения тока  $I_3(p)$  к оригиналу  $i_3(t)$  осуществляем по формуле разложения

$$i_3(t) = \sum ([F_1(p) / F_2(p)] \cdot e^{p_k t}) \quad (5.12)$$

где  $p_k$  - корни характеристического уравнения.

Характеристическим уравнением является полином знаменателя, равный нулю, т. е.  $F_2(p) = 0$ .

В рассматриваемом примере

$$P(p + 150) = 0,$$

откуда  $p_1 = 0$ ;  $p_2 = -150$ .

Производная полинома знаменателя

$$F_2'(p) = (2p + 150),$$

откуда  $F_2'(p_1) = 150$ ;  $F_2'(p_2) = -150$ .

Оригинал тока  $i_3(t)$

$$i_3(t) = ([F_1(p_1) / F_2'(p_1)] \cdot e^{p_1 t}) + ([F_1(p_2) / F_2'(p_2)] \cdot e^{p_2 t}) =$$

$$= [(200 + 1,6 \cdot 0) / 150] e^{150t} + [(200 + 1,6 \cdot (-150)) / (-150)] \cdot e^{-150t} =$$

$$= 1,33 + 0,27 e^{-150t}.$$

На рис. 5.3 представлены переходные характеристики токов и напряжения на индуктивности.

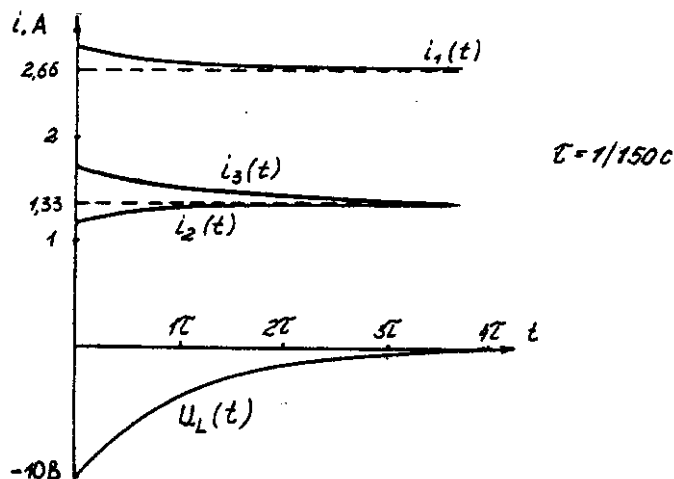


Рис. 5.3. Временные диаграммы токов и напряжения на индуктивности

**Пример расчета цепи содержащей емкость (рис. 5.4).**

Исходные данные:  $U = 100$  В;  $R_1 = R_2 = R_3 = 50$  Ом;  $C = 100$  мкФ.

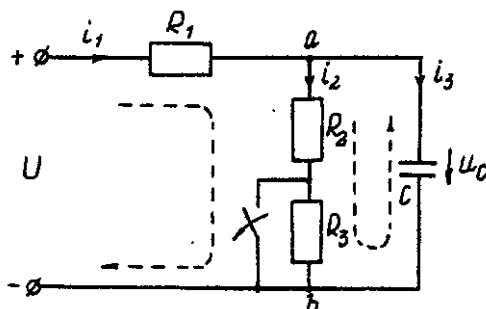


Рис. 5.4. Схема электрической цепи

Определить и построить следующие зависимости:  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_3(t)$ .

**Решение классическим методом.**

Составляем систему дифференциальных уравнений по законам Кирхгофа (три уравнения для определения трех неизвестных токов) для цепи, получающейся после коммутации

$$\begin{cases} i_1 = i_2 + i_3; \\ i_1 R_1 + i_2 (R_1 + R_2) = U; \\ i_2 (R_2 + R_3) = u_C \end{cases} \quad (5.13)$$

Между током и напряжением на емкости существует соотношение

$$\begin{cases} i_3 = C \frac{du_C}{dt}; \\ i_1 = i_2 + i_3 = i_2 + 100 \cdot 10^{-6} \left( \frac{du_C}{dt} \right); \\ i_1 50 + i_2 (50 + 50) = 100; \\ i_2 (50 + 50) - u_C = 0. \end{cases} \quad (5.14)$$

Решаем систему уравнений (5.14) относительно напряжения на емкости

$$du_C / dt + 300u_C = 20000. \quad (5.15)$$

Уравнение (5.15) - неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка.

Решением уравнения (5.15) является сумма принужденной и свободной составляющих напряжения  $u_C(t)$ . Решение неоднородного дифференциального уравнения первого порядка рассмотрено выше для цепи с индуктивностью. По аналогии имеем

$$u_C(t) = u_C(t)_{\text{пр}} + u_C(t)_{\text{св}}. \quad (5.16)$$

Принужденная составляющая напряжения равна

$$u_C(t)_{\text{пр}} = 20000/300 = 66,7 \text{ В.}$$

Свободную составляющую напряжения находим из уравнения

$$u_C(t)_{\text{св}} = A e^{pt},$$

где  $(p + 300) = 0$  - характеристическое уравнение;  $p = -300$  - корень характеристического уравнения;  $\tau$  - постоянная времени электрической цепи,  $\tau = 1/300$ ;  $u_C(0) = 50$  В, напряжение  $u_C$  в момент коммутации (определяется расчетом рассматриваемой цепи до коммутации):

$$u_C(t) = 66,7 + A e^{-300t};$$

$$u_C(0) = 66,7 + A e^{p \cdot 0} = 50 \text{ В, откуда } A = -16,7.$$

Окончательно имеем:

$$\begin{aligned} u_C(t) &= 66,7 - 16,7 \cdot e^{-300t}; \\ i_3(t) &= C \cdot du_C/dt = 100 \cdot 10^{-6} (-16,7) (-300) \cdot e^{-300t} = 0,5 \cdot e^{-300t}; \\ i_2(t) &= u_{\text{ав}}(t) / (R_2 + R_3) = u_C(t) / (R_2 + R_3) = 0,667 - 0,167 \cdot e^{-300t}; \\ i_1(t) &= i_2(t) + i_3(t) = 0,667 + 0,333 \cdot e^{-300t}. \end{aligned}$$

На рис. 5.5 представлены переходные характеристики токов и напряжения на емкости.

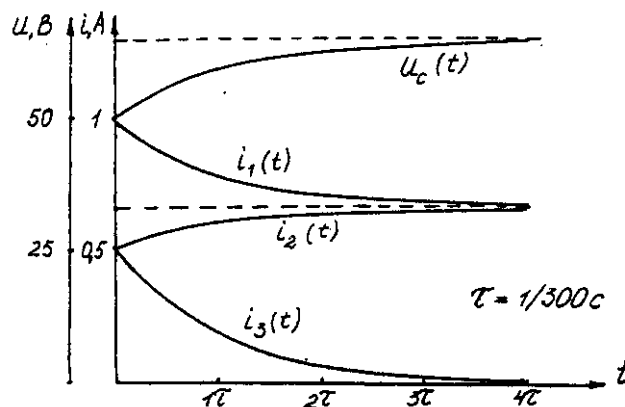


Рис. 5.5. Временные диаграммы токов и напряжения на емкости

**Решение операторным методом.**

Система уравнений в изображениях (в операторной форме) может быть составлена по операторной схеме замещения (рис. 5.6) или по системе дифференциальных уравнений (5.14)

$$\begin{cases} I_1(p) = I_2(p) + 100 \cdot 10^{-6} [pU_C(p) - u_C(0)]; \\ I_1(p)50 + [I_2(p)(50 + 50)] = \frac{100}{p}; \\ [I_2(p)(50 + 50)] - U_C(p) = 0. \end{cases} \quad (5.17)$$

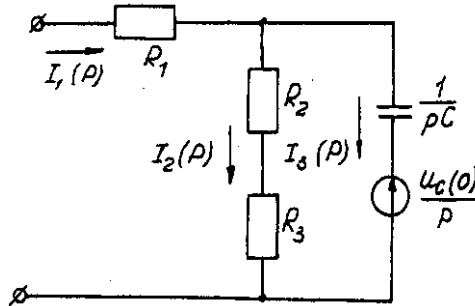


Рис. 5.6. Операторная схема замещения электрической цепи

Решаем систему алгебраических уравнений (5.17) относительно токов или напряжения на емкости  $U_C(p)$ .

Решение относительно напряжения  $U_C(p)$  упрощается, если воспользуемся уравнением (5.15). Уравнение (5.15) преобразуем в уравнение в изображениях:

$$[pU_C(p) - u_C(0)] + 300 \cdot U_C(p) = 20000/p;$$

$$U_C(p)(p + 300) = 20000/p + 50;$$

$$U_C(p) = [20000 + 50p] / p(p + 300) = F_1(p) / F_2(p),$$

где  $F_1(p)$  - полином числителя;  $F_2(p)$  - полином знаменателя.

Переход от изображения напряжения  $U_C(p)$  к оригиналу  $u_C(t)$  осуществляем по формуле разложения

$$U_C(t) = \sum ([F_1(p) / F_2'(p)] \cdot e^{p_k t}), \quad (5.18)$$

где  $p_k$  - корни характеристического уравнения.

Характеристическим уравнением является полином знаменателя равный нулю, т. е.  $F_2(p) = 0$ .

В рассматриваемом примере

$$p(p + 300) = 0,$$

откуда  $p_1 = 0$ ;  $p_2 = -300$ .

Производная полинома знаменателя

$$F_2'(p) = (2p + 300),$$

откуда  $F_2'(p_1) = 300$ ;  $F_2'(p_2) = -300$ .

Оригинал напряжения  $u_C(t)$

$$\begin{aligned} u_C(t) &= ([F_1(p_1) / F_2'(p_1)] \cdot e^{p_1 t}) + ([F_1(p_2) / F_2'(p_2)] \cdot e^{p_2 t}) = \\ &= [(20000 + 50 \cdot 0) / 300] \cdot e^{300 \cdot 0} + [(20000 + 50 \cdot (-300)) / (-300)] \cdot e^{-300t} \\ &= 66,7 - 16,7 \cdot e^{-300t}. \end{aligned}$$

## Задача 6. РАСЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ

### Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (табл. 6.1) с известными параметрами (табл. 6.2) определить токи в ветвях и напряжение на нелинейных элементах (НЭ).

Вольт-амперные характеристики НЭ, симметричные относительно начала координат, приведены на рис. 6.1.

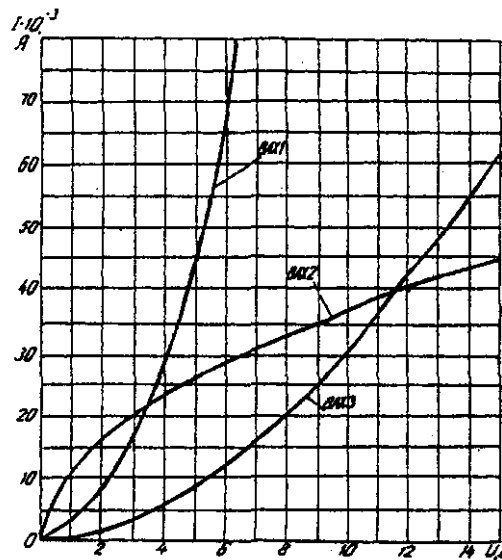


Рис. 6.1. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов

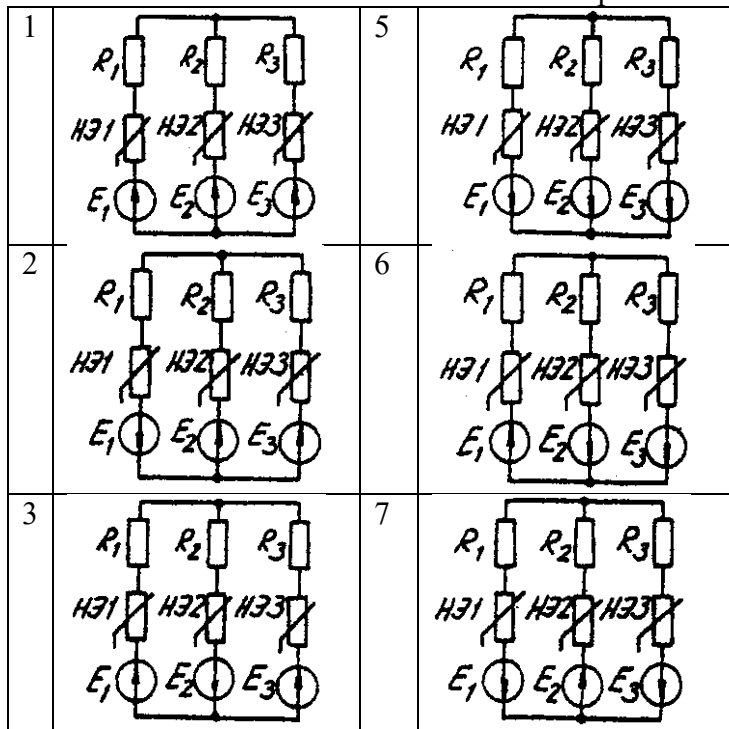
**Методические указания.**

Для нелинейных электрических цепей (НЭЦ) постоянного тока справедливы оба закона Кирхгофа

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0; \quad \sum_{k=1}^n U_k = 0.$$

Затруднения при рассмотрении НЭЦ с помощью законов Кирхгофа заключаются в том, что в НЭЦ напряжение и токи связаны между собой нелинейными соотношениями. По этой причине для решения задач теории НЭЦ приходится использовать различные приближенные методы решения, к которым относится метод двух узлов.

Расчетные электрические схемы



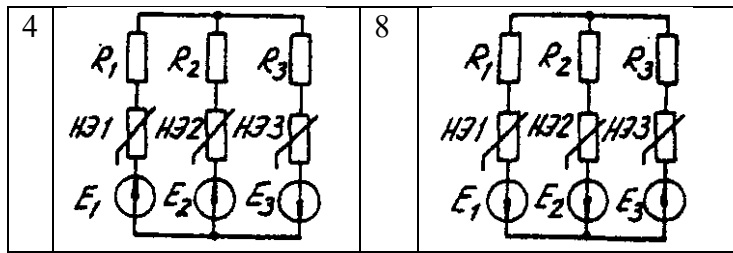


Таблица 6.2

Исходные данные к задаче 6

Вариант	Номер схемы	Значения параметров								
		R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	НЭ1	НЭ2	НЭ3	E <sub>1</sub> , В	E <sub>2</sub> , В	E <sub>3</sub> , В
1	1	600	300	400	ВAХ1	ВAХ3	ВAХ2	24	9	10
2	2	100	200	500	-	ВAХ2	ВAХ3	-	24	12
3	3	-	800	400	ВAХ2	ВAХ2	ВAХ3	-	15	20
4	4	400	300	600	-	ВAХ3	ВAХ1	10	8	14
5	5	-	800	600	ВAХ3	ВAХ2	ВAХ1	15	9	24
6	6	100	700	500	ВAХ1	-	ВAХ3	8	-	10
7	7	200	-	500	ВAХ2	ВAХ3	ВAХ1	6	-	12
8	8	1000	400	700	ВAХ2	-	ВAХ3	16	9	18
9	1	800	-	100	ВAХ1	ВAХ2	ВAХ3	10	15	20
10	3	400	700	200	ВAХ3	ВAХ2	ВAХ1	8	16	-
11	5	100	200		ВAХ2	ВAХ3	ВAХ1	24	12	-
12	7	600	200	400	ВAХ3	ВAХ1	-	15	10	20
13	2	500	700	-	ВAХ1	ВAХ2	ВAХ3	16	12	9
14	4	-	-	-	ВAХ3	ВAХ1	ВAХ2	14	20	8
15	6	200	100	-	-	ВAХ2	ВAХ3	10	8	15
16	8	-	500	-	ВAХ1	-	ВAХ3	12	6	18
17	1	-	-	600	ВAХ1	ВAХ3	-	20	-	4
18	2	800	-	-	-	ВAХ2	ВAХ3	15	10	5
19	3	-	900	-	ВAХ1	-	ВAХ3	6	12	8
20	4	-	-	100	ВAХ3	ВAХ1	-	16	18	9
21	5	400	-	200	-	ВAХ2	ВAХ3	9	4	10
22	6	-	-	-	ВAХ1	ВAХ2	ВAХ3	-		18
23	7	-	-	500	ВAХ2	ВAХ3	-	14	12	6
24	8	-	300	-	ВAХ1	-	ВAХ3	-	20	10

Расчет сложной НЭЦ, состоящей из нескольких параллельных ветвей, которые наряду с нелинейными элементами могут содержать и источники постоянной э. д. с, включенные последовательно с нелинейными элементами, сводится к нахождению токов и напряжений на участках цепи с помощью вольт-амперных характеристик.

Для этого предварительно строится вольтамперная характеристика каждой ветви, которая получается смещением соответствующей характеристики НЭ на величину заданной э. д. с. влево или вправо от начала координат, в зависимости от направления э. д. с. Затем, на основании первого закона Кирхгофа, строится результирующая характеристика. Она получается смещенной относительно начала координат на величину э. д. с. ( $E$ ), которую можно рассматривать как э. д. с. эквивалентной цепи.

Так как сумма токов в узле равна нулю, то в эквивалентной цепи ток отсутствует. Следовательно, значение э. д. с. ( $E$ ) равно разности потенциалов верхнего узла относительно нижнего узла исходной схемы.

Отсюда находят напряжение в каждом НЭ

$$U_{НЭк} = E_k - E$$

Ток в каждом НЭ определяется по соответствующей вольт-амперной характеристике.

#### **Последовательность решения задачи.**

1. Задаться положительным направлением токов в ветвях схемы.
2. На основании второго закона Кирхгофа построить эквивалентные вольт-амперные характеристики для ветвей.



3. На основании первого закона Кирхгофа построить результирующую вольт-амперную характеристику всей электрической цепи.

4. По результирующей вольт-амперной характеристике определить напряжения на каждом НЭ и токи в каждой ветви по соответствующим вольт-амперным характеристикам.

**Пример решения задачи.**

Для заданной электрической схемы (рис. 6.2, а) с известными параметрами  $E_1 = 12$  В,  $E_2 = 10$  В,  $E_3 = 3$  В,

$R_1 = 200$  Ом, НЭ1, НЭ2 и НЭ3 (вольт-амперные характеристики которых приведены на рис. 6.3) определить токи в ветвях и напряжения на НЭ.

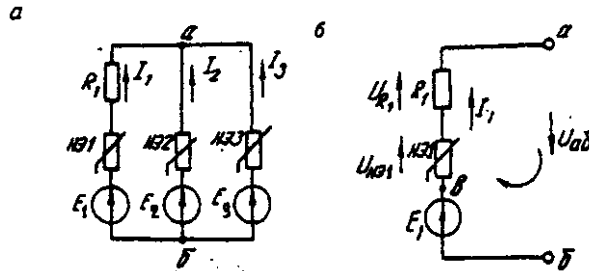


Рис. 6.2. Заданная (а) и расчетная (б) электрические схемы

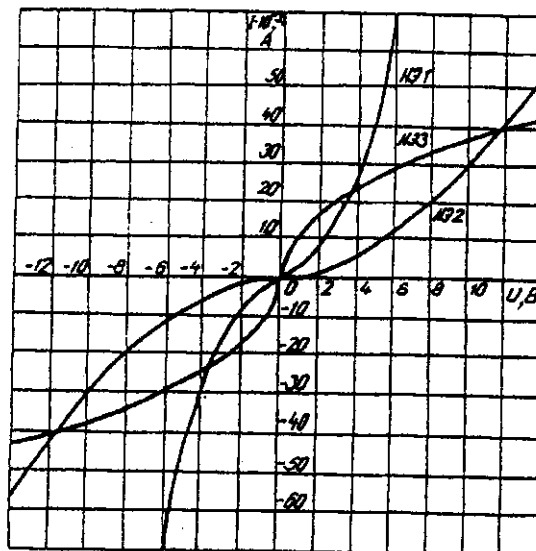


Рис. 6.3. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов

1. Задаемся положительным направлением токов во всех ветвях цепи.

2. Так как каждый из токов является нелинейной функцией падения напряжения на своем НЭ, необходимо выразить его в функции одного переменного напряжения  $U_{a6}$  между узлами а и б.

Рассмотрим первую ветвь, содержащую последовательно соединенные резистор  $R_1$ , НЭ1 и источник постоянной э. д. с.  $E_1$  (рис. 6.2, б).

На основании второго закона Кирхгофа для контура, указанного на рис. 6.2, б круговой стрелкой, запишем

$$E_1 = U_{a6} + U_{R1} + U_{НЭ1} \text{ или } U_{a6} = E_1 - (U_{R1} + U_{НЭ1}).$$

Если э. д. с. ( $E_1$ ) действует в направлении выбранного положительного тока, т. е.  $E_1 > 0$ , то при положительном токе она способствует прохождению тока и при  $E_1 < U_{a6}$  уменьшает значение.

На рис. 6.4 изображены характеристики первого нелинейного элемента  $I_1 = f(U_{НЭ1})$ , резистора  $I_1 = f(U_{R1})$ , суммарная

$I_1 = f(U_{a6})$  и прямая, соответствующая  $E_1 > 0$ . Здесь же нанесена результирующая характеристика  $I_1 = f(U_{a6})$ .

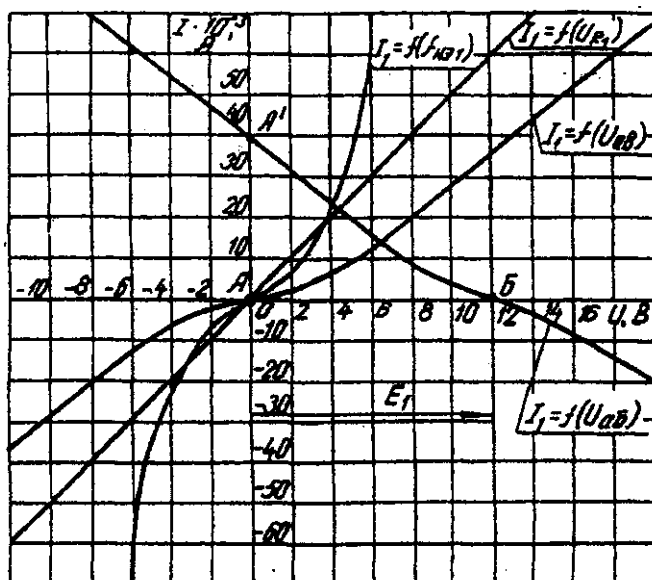


Рис. 6.4. Вольт-амперные характеристики первого нелинейного элемента

Для т. А кривой  $I_1 = f(U_{HЭ1})$  напряжение на первом нелинейном элементе будет равно нулю ( $U_{HЭ1} = 0$ ) при  $I_1 = 0$ . При этом  $U_{aб} = E_1$  т. е. начало) кривой  $I_1 = f(U_{aб})$  сдвинуто в точку В, в которой  $U_{aб} = E_1$ . Росту  $U_{aб}$ , при  $U_{aб} > 0$  соответствует уменьшение  $U_{aб}$ . Для точки А' при  $U_{aб} = E_1$ ,  $U_{aб} = 0$ . Росту  $U_{aб}$  при  $U_{aб} < 0$  отвечает увеличение  $U_{aб}$ , причем  $U_{aб} > E_1$ .

Аналогичным образом перестраивают кривые  $I_2 = f(U_{HЭ2})$  и  $I_3 = f(U_{HЭ3})$  для других ветвей схемы (рис. 6.5 и 6.6).

3. Нанесем кривые  $I_1 = f(U_{aб})$ ,  $I_2 = f(U_{aб})$  и  $I_3 = f(U_{aб})$  на одном рисунке и построим результирующую вольт-амперную характеристику  $I = f(U_{aб})$  просуммировав ординаты кривых (рис. 6.7).

4. Точка А пересечения кривой  $I = f(U_{aб})$  с осью абсцисс дает значение  $S_{aб}$ , при котором удовлетворяется уравнение

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0.$$

Восстанавливаем в этой точке перпендикуляр к оси абсцисс до пересечения с кривыми  $I_1 = f(U_{aб})$ ,  $I_2 = f(U_{aб})$  и  $I_3 = f(U_{aб})$  и находим токи  $I_1$ ,  $I_2$  и  $I_3$  как по величине, так и по знаку.

Для рассматриваемого примера имеем (см. рис. 6.7), А

$$I_1 = 15 \cdot 10^{-3};$$

$$I_2 = 5 \cdot 10^{-3};$$

$$I_3 = -20 \cdot 10^{-3} \text{ в}$$

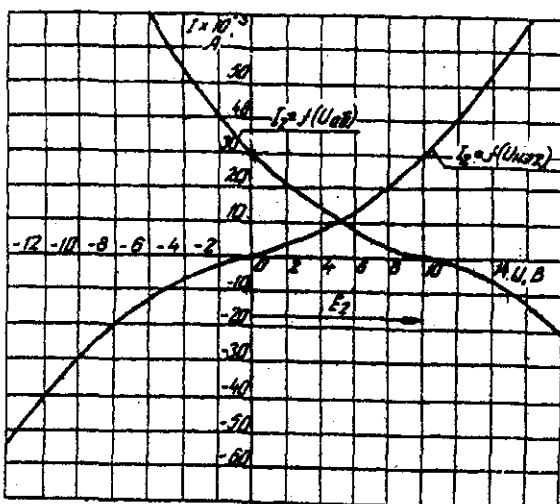


Рис. 6.5. Вольт-амперные характеристики второго нелинейного элемента

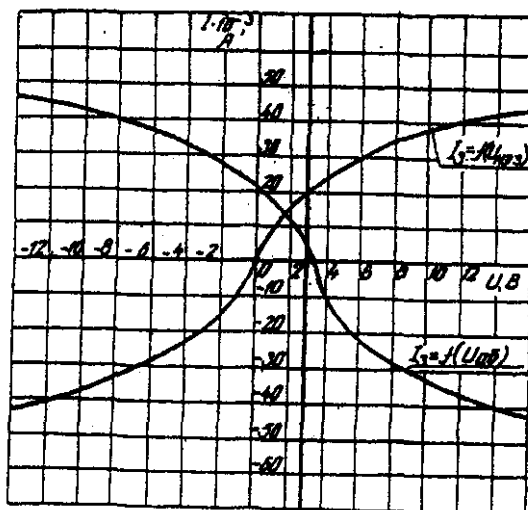


Рис 6.6. Вольт-амперные характеристики третьего нелинейного элемента  
Сделаем проверку

$$I_1 + I_2 + I_3 = 15 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-3} - 20 \cdot 10^{-3} = 0 \text{ A.}$$

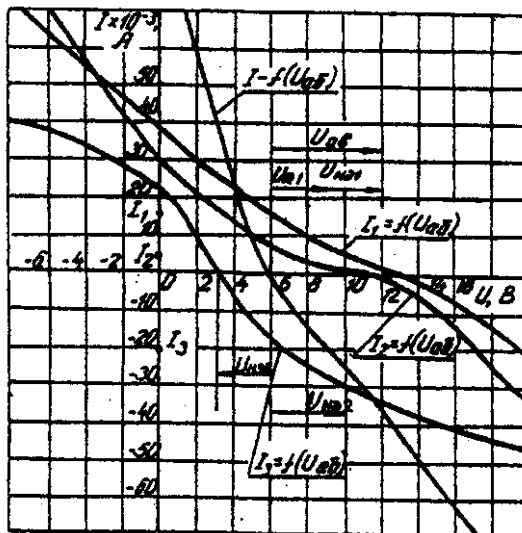


Рис. 6.7. Результирующие вольт-амперные характеристики  
Располагая построенными характеристиками, легко находим напряжения на всех нелинейных элементах цепи (см. рис. 6.7):  
 $U_{НЭ1} = 3$ ;  $U_{НЭ2} = 2$ ;  $U_{НЭ3} = 3$ .

## ЗАДАЧА 7. РАСЧЕТ МАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

### 7.1. Неразветвленные магнитные цепи.

#### Методические указания.

Магнитной цепью называют совокупность магнитодвижущих сил (МДС), ферромагнитных тел или каких-либо иных тел или сред, по которым замыкается магнитный поток.

Магнитные цепи могут быть подразделены на неразветвленные (рис. 1) и разветвленные (рис. 2).

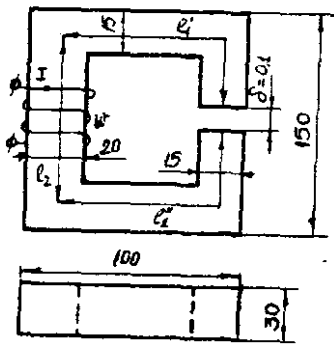


Рис. 7.1. Неразветвленная магнитная цепь

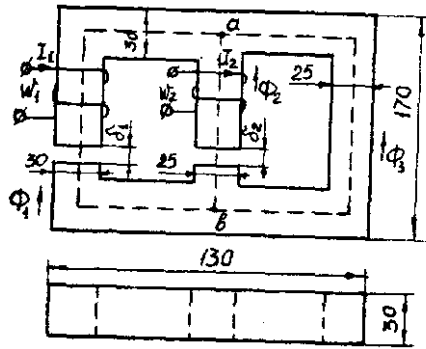


Рис. 7.2. Разветвленная магнитная цепь

Основными величинами, характеризующими магнитное поле и используемыми при расчете к анализу магнитных цепей, являются магнитная индукция  $B$  и напряженность магнитного поля  $H$ .

Эти величины связаны между собой зависимостью:

$$B = \mu_0 \cdot \mu \cdot H$$

где  $\mu_0$  — постоянная, характеризующая свойства вакуума,

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$$

$\mu$  — относительная магнитная проницаемость.

$$H = 0,8 \cdot 10^6 \text{ В}$$

Магнитную индукцию  $B$  измеряют в теслах ( $1 \text{ Тл} = 1 \text{ Вс/м}^2$ ). Единицей напряженности магнитного поля  $H$  является  $1 \text{ А/м}$ ,

Магнитная индукция и напряженность магнитного поля — векторные величины.

Величиной, служащей для интегральной оценки магнитного поля, является магнитный поток  $\Phi$ , представляющий собой поток вектора магнитной индукции сквозь поверхность  $dS$

$$\Phi = \int_S B dS$$

Если магнитный поток проходит сквозь поверхность, расположенную перпендикулярно линиям магнитной индукции поля, то магнитный поток определяется по формуле

$$\Phi = BS$$

Магнитный поток измеряют в веберах ( $1 \text{ Вб} = 1 \text{ Вс}$ ).

Магнитное поле создается электрическими токами. Напряженность магнитного поля связана с токами, возбуждающими поле, за коном полного тока, согласно которому линейный интеграл вектора напряженности магнитного поля вдоль замкнутого контура равен алгебраической сумме токов, охватываемых этим контуром

$$\oint H dl = \sum I$$

где  $l$  — длина участка магнитной цепи, вдоль которого идет интегрирование. Длина участка отсчитывается по средней линии магнитопровода.

Заменив интеграл суммой интегралов по участкам и учитывая, что пределах одного участка магнитная цепь имеет одинаковое поперечное сечение и одинаковую магнитную проницаемость, получим закон полного тока в общем виде

$$\sum_K H_K l_K = \sum I w$$

где  $H_K$  — напряженность магнитного поля на каждом участке магнитной цепи;

$l_K$  - длина каждого участка магнитной цепи;

$w$  - число витков катушки.

Произведение числа витков катушки  $w$  на протекающий по ней ток  $I$  называют магнитодвижущей силой катушки  $F$ .

$$\sum I_w = \sum F$$

МДС вызывает магнитный поток в магнитной цепи подобно тому, как ЭДС вызывает электрический ток в электрической цепи. Как и ЭДС, МДС величина векторная. Положительное направление МДС совпадает с движением острия правого винта, если его вращать по направлению тока в обмотке.

Падением магнитного напряжения  $U_{MAB}$  между точками а и b магнитной цепи, называют произведением  $H_{AB}$ . Здесь  $l$  - длина пути между точками а и b.

Магнитное напряжение измеряют в амперах (А).

Если участок магнитной цепи между точками а и b может быть подразделен на n отдельных частей так, что для каждой части  $H=H_K$  постоянно, то

$$U_{MAB} = \sum_{K=1}^{K=n} H_K l_K$$

Отношение падения магнитного напряжения  $U_M$  к магнитному потоку  $\Phi$  называют магнитным сопротивлением цепи

$$\Phi_w = \Psi = Li$$

$$R_M = \frac{U_M}{\Phi} = \frac{l}{\mu_0 \mu S}$$

Величину, обратную магнитному сопротивлению называют магнитной проводимостью цепи

$$G_M = \frac{1}{R_M} = \frac{\mu_0 \mu S}{l}$$

Соотношение  $\Phi = \frac{U_M}{R_M}$  - называют законом Ома для магнитной цепи.

Надо отметить, что между магнитными и электрическими величинами есть формальная аналогии. Аналогом тока в электрической цепи является поток в магнитной цепи. Аналогом ЭДС — МДС. Аналогом падения напряжения на участке электрической цепи падение магнитного напряжения. Аналогом вольтамперной характеристики нелинейного сопротивления — веберная характеристика участка магнитной цепи.

Соответствие электрических и магнитных величин можно представить в виде таблицы (табл. 7.1).

Таблица соответствия электрических и магнитных величин Таблица 7.1

Электрические величины	Магнитные величины
I – ток, А	$\Phi$ – магнитный поток, Вб
E – ЭДС, В	F – МДС, А
U – напряжение, В	$U_M$ – магнитное напряжение, А
R – сопротивление, Ом	$R_M$ – магнитное сопротивление, 1/Гн
G – проводимость, 1/Ом	$G_M$ – магнитная проводимость,

При расчете и анализе магнитных цепей используют первый и второй законы Кирхгофа.

Первый закон Кирхгофа: алгебраическая сумма магнитных потоков в любом узле магнитной цепи равна нулю:

$$\sum \Phi = 0$$

Второй закон Кирхгофа: алгебраическая сумма падений магнитного напряжения вдоль любого замкнутого контура равна алгебраической сумме МДС вдоль того же контура:

$$\sum U_M = \sum I_w$$

В качестве примера составим уравнения по законам Кирхгофа для разветвленной магнитной цепи, изображенной на рис. 7.2.

Произвольно выбираем направление потоков в ветвях. Для узла “а” составим уравнение по первому закону Кирхгофа

$$\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 = 0$$

По второму закону Кирхгофа составляем уравнение для контура, состоящего из левой и средней ветвей.

$$H_1 l_1 + H_1 \delta_2 - H_2 l_2 + H_2 \delta_2 = I_1 w_1 - I_2 w_2$$

Под вебер-амперной характеристикой понимают зависимость потока  $\Phi$  по какому-либо участку магнитной цепи от падения магнитного напряжения на этом участке  $U_M$ .

$$\Phi = \int (U_M)$$

Расчет неразветвленной магнитной цепи разделяют на прямую и обратную задачи.

### 7.1.1. Прямая задача. Определить МДС цепи по заданному магнитному потоку.

Порядок расчета следующий:

- 1) магнитная цепь разбивается на участки, имеющие одинаковое сечение и одинаковую магнитную проницаемость;
- 2) по известным геометрическим размерам магнитного сердечника определяются длины  $l$  и площади поперечного сечения выделенных участков;
- 3) исходя из постоянства магнитного потока вдоль всей цепи определяются значения магнитной индукции для выделенных участков магнитной цепи по заданному магнитному потоку;
- 4) по заданной кривой намагничивания определяются значения напряженности магнитного поля для известных значений магнитной индукции.

Напряженность поля и воздушном зазоре определяется по формуле:

- 5) подсчитывается сумма падений магнитного напряжения вдоль всей магнитной цепи  $\sum H_K l_K$  и на основании закона полного тока приравнивается эта сумма полному току  $Iw$  или МДС.

$$\sum H_K l_K = Iw$$

Пример. Геометрические размеры магнитной цепи даны на рис. 4. Найти какой ток должен протекать по обмотке с числом витков  $w=500$  чтобы магнитная индукция в воздушном зазоре  $B_\delta=1$  Тл.

Решение. Магнитную цепь разбиваем на три участка:

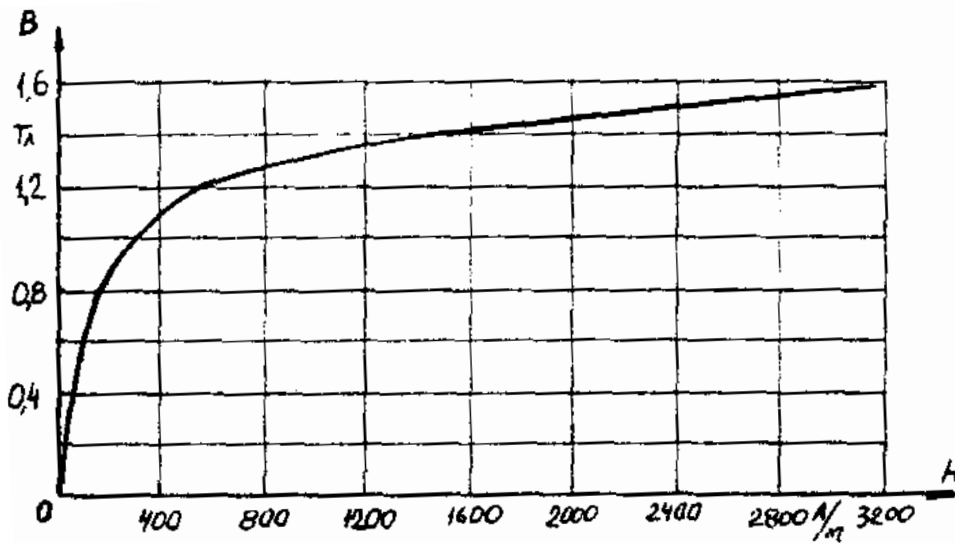


Рис. 7.4. Кривая намагничивания

$$l_1 = l_1 + l_1' = 30 \text{ см}$$

$$S_1 = 4,5 \text{ см}^2$$

$$l_2 = 13,5 \text{ см}$$

$$S_2 = 6 \text{ см}^2$$

Воздушный зазор

$$\delta = 0,01 \text{ см}$$

$$S_2 = S_1 = 4,5 \text{ см}^2$$

Индукция

$$B_1 = B_\delta = 1 \text{ Тл}$$

Индукцию на участке  $l_2$  найдем, разделив поток  $\Phi = B_\delta S_\delta$  на сечение  $S_2$  второго участка

$$B_2 = \frac{\Phi}{S_2} = \frac{B_\delta S_\delta}{S_2} = \frac{1 \cdot 4,5}{6} = 0,75 \text{ Тл}$$

Напряженности поля на первом и втором участках определяем согласно кривой намагничивания (рис. 4) по известным значениям  $B_1$  и  $B_2$ ;

$$H_1 = 300 \text{ А/м}; H_2 = 115 \text{ А/м}$$

Напряженность поля в воздушном зазоре

$$H_\delta = 0,8 \cdot 10^6 \cdot B_\delta = 0,8 \cdot 10^6 \cdot 1 = 8 \cdot 10^5 \text{ А/м}$$

Определяем падение магнитного напряжения вдоль всей магнитной цепи:

$$\begin{aligned} \sum H_K l_K &= H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_\delta \delta = 300 \cdot 0,3 + 115 \cdot 0,135 + \\ &+ 8 \cdot 10^5 \cdot 10^{-4} = 185,6 \text{ А} \end{aligned}$$

Ток в обмотке

$$I = \frac{\sum H_K l_K}{w} = \frac{185,6}{500} = 0,371 \text{ А}$$

## 7.1.2. Обратная задача. Определить магнитный поток в цепи по заданной МДС

### Условие задачи:

Для заданной магнитной цепи (рис. 7.2.) с известными параметрами (таб. 7.2.). Найти магнитные потоки в магнитной цепи.

Примечание – геометрические размеры даны в мм, кривая намагничивания дана на рис. 7.4.

### Порядок решения обратной задачи следующий:

- 1) магнитная цепь разбивается на участки с одинаковыми сечением и магнитной проницаемостью. Определяются длины и сечения этих участков;
- 2) строится вебер-амперная характеристика  $\Phi = \int (U_M)$  цепи;
- 3) пользуясь вебер-амперной характеристикой, по заданной, МДС определяют магнитный поток  $\Phi$ .

Пример. Найти магнитную индукцию в воздушном зазоре магнитной цепи (рис. 7.1), если  $I_w = 350$  А. Кривая намагничивания представлена на рис. 7.4.

Решение. Строим вебер-амперную характеристику. Для этого задаемся значениями  $B_\delta$ ; равными 0,5; 1,1; 1,2 и 1,3 Тл, и для каждого из них определяем параметры, указанные в табл. 1. Так же, как и в предыдущей задаче определяем  $\sum H_K l_K$

Результаты расчетов сводим в табл. 7.2.

Результаты расчетов для построения  $\Phi = \int (U_M)$

Таблица 7.2

$B_\delta$ , Тл	0,5	1,1	1,2	1,3
$B_1$ , Тл	0,5	1,1	1,2	1,3
$B_2$ , Тл	0,375	0,825	0,9	0,975
$H_1$ , А/м	50	460	700	1020
$H_2$ , А/м	25	150	200	300
$H_\delta$ , А/м	$4 \cdot 10^5$	$8,8 \cdot 10^5$	$9,6 \cdot 10^5$	$10,4 \cdot 10^5$
$\sum H_K l_K$ , А	58,3	246,3	333	450,5
$\Phi$ , Вб	$22,5 \cdot 10^{-5}$	$49,5 \cdot 10^{-5}$	$54 \cdot 10^{-5}$	$58,5 \cdot 10^{-5}$

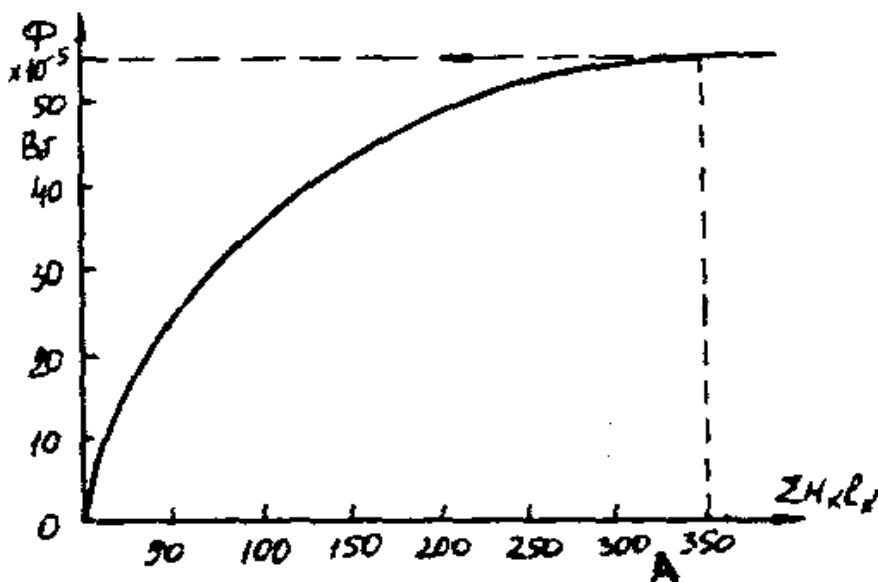


Рис. 7.5. Вебер-амперная характеристика цепи

По данным табл. 7.2 строим вебер-амперную характеристику

$\Phi = \int (U_M)$  (рис. 7.5) и по ней определяем, что при  $I_w = 350$  А

$$\Phi = 55 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}$$

Следовательно,

$$B_\delta = \frac{\Phi}{S_\delta} = \frac{55 \cdot 10^{-5}}{4,5 \cdot 10^{-4}} = 1,21 \text{ Тл}$$

Расчет разветвленной магнитной цепи



аналогичен соответствующей электрической с сосредоточенными параметрами.

Так как, магнитные цепи являются нелинейными, то методы их расчета при этих условиях аналогичны методам расчета нелинейных электрических цепей. Все методы расчета электрических цепей с нелинейными сопротивлениями полностью применимы к расчету магнитных цепей, так как и магнитные, к электрические цепи подчиняются одним и тем же законам - законам Кирхгофа.

В качестве примера рассмотрим расчет разветвленной цепи методом двух узлов.

Найти магнитные потоки в ветвях магнитной цепи (рис. 7.2). Геометрические размеры даны в мм. Кривая намагничивания представлена на рис. 4.  $I_1 w_1 = 80$  А;  $I_1 w_1 = 300$  А; зазоры  $\delta_1 = 0,05$  мм и  $\delta_2 = 0,22$  мм.

Решение. Составим электрическую схему замещения магнитной цепи (рис. 7.6). Узловые точки обозначим буквами «а» и «б».

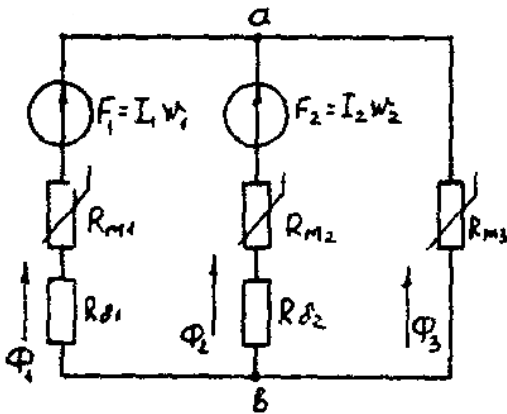


Рис. 7.6. Схема замещения магнитной цепи

Определим длины участков магнитной цепи

$$l_1 = 0,24 м; \quad l_2 = 0,138 м;$$

$$l_3' = 0,1 м; \quad l_3'' = 0,14 м.$$

Длинам  $l_3'$  и  $l_3''$  участки третьей ветви, имеющей площади сечения 9 и 7,5 см<sup>2</sup>.

Выберем положительные направления магнитных потоков  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$  и  $\Phi_3$  к узлу «а».

Построим зависимость потока от падения магнитного напряжения первой ветви  $U_{M1}$ . Для этого произвольно задаемся рядом числовых значений  $\Phi_1$ , для каждого значения находим индукцию  $B_1$  и по кривой намагничивания — напряженность  $H_1$  на пути в стали по первой ветви.

Магнитное напряжение на первом участке

$$U_{M1} = H_1 l_1 + 0,8 \cdot 10^5 B_1 \delta_1$$

Таким образом, для каждого значения потока  $\Phi_1$  подсчитываем  $U_{M1}$  и по точкам строим зависимость  $\Phi_1 = f(U_{M1})$  (кривая 1 рис. 7.7). Аналогично строим зависимость

$$\Phi_2 = f(U_{M2}) \text{ (кривая 2 рис. 7.7)}$$

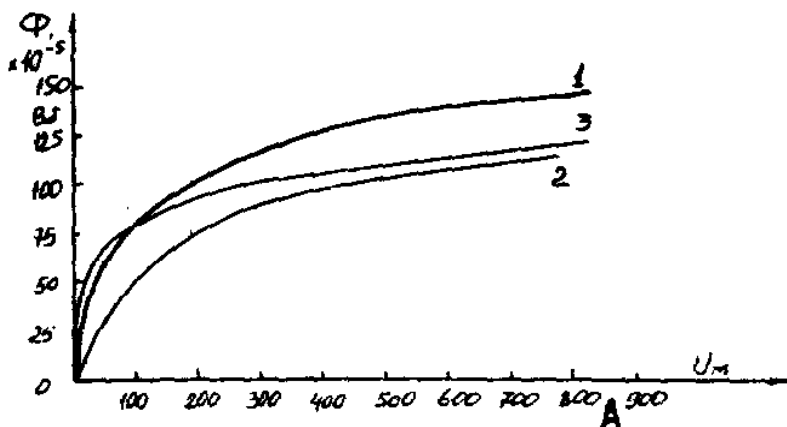


Рис. 7.7. Вебер-амперные характеристики ветвей

Кривая 3 (рис. 7.7) есть зависимость  $\Phi_3 = f(U_{M3})$

$$U_{M3} = H_3' l_3' + H_3'' l_3''$$

Для определения потоков  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$  и  $\Phi_3$  постройте зависимости этих потоков от магнитного падения напряжения  $U_{Mab}$  между узлами «а» и «б» (рис. 7.6).

Запишем уравнение по второму закону Кирхгофа для первой ветви:

$$F_1 = I_1 w_1 = U_{M1} + U_{Mab}$$

отсюда

$$U_{Mab} = I_1 w_1 - U_{M1}$$

Согласно выражению приведенному выше строим зависимость  $\Phi_1 = \int(U_{Mab})$  (рис. 7.8). Для этого кривую 1 (рис. 7.7) при переносе на рис. 7.8 смещаем вправо на величину  $I_1 w_1$  и, так как перед  $U_{M1}$  стоит знак “-“, зеркально отобразим относительно вертикальной оси.

Запишем уравнение по второму закону Кирхгофа для второй ветви

$$I_2 w_2 = U_{M2} + U_{Mab}$$

отсюда

$$U_{Mab} = I_2 w_2 - U_{M2}$$

Построим

зависимость  $\Phi_2 = \int(U_{Mab})$

(рис. 7.8). Для этого кривую 2 (рис. 7.7) смещаем вправо от начала координат на величину  $I_2 w_2$  и зеркально отобразим относительно вертикальной оси.

В аналогичном порядке строим зависимость  $\Phi_3 = \int(U_{Mab})$  (рис. 7.8)

$$U_{Mab} = U_{M1}$$

Зависимость

$\Phi_3 = \int(U_{Mab})$  так же, как

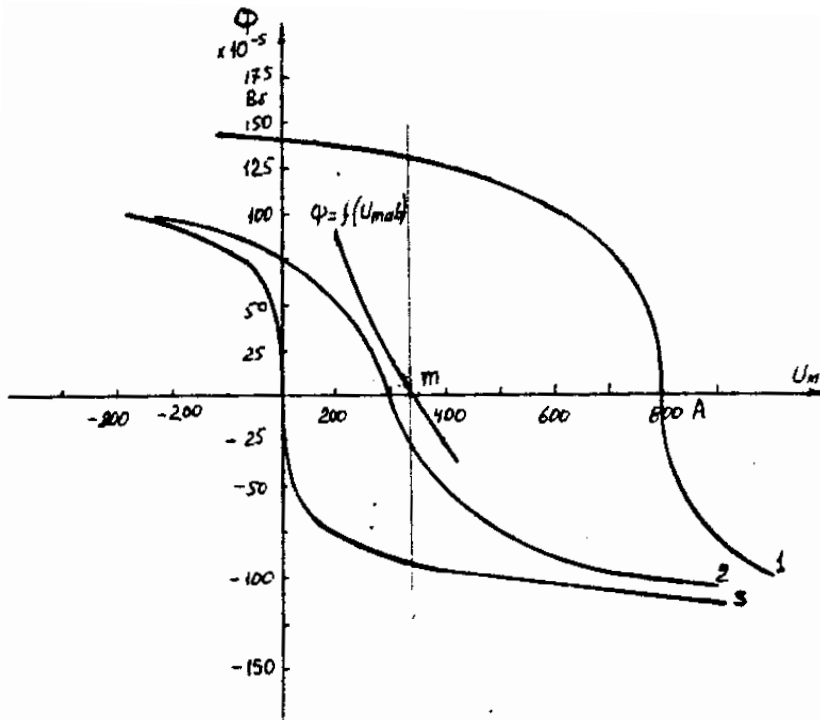


Рис. 7.8. Графическое решение задачи

и кривая 3 (рис. 7.7) проходит через начало координат.

Построим кривую  $\Phi = \int(U_{Mab})$  (рис. 7.8)

$$\text{Где } \Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3$$

Точка (m) пересечения кривой  $\Phi = \int(U_{Mab})$  с осью абсцисс дает значение  $U_{Mab}$ , удовлетворяющее первому закону Кирхгофа  $\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 = 0$ .

Восстановим в этой точке перпендикуляр к оси абсцисс. Ординаты пересечения перпендикуляра с кривыми дадут значения магнитных потоков в ветвях;

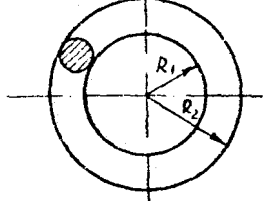
$$\Phi_1 = 126,2 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}; \Phi_2 = -25 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}; \Phi_3 = -101,2 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}.$$

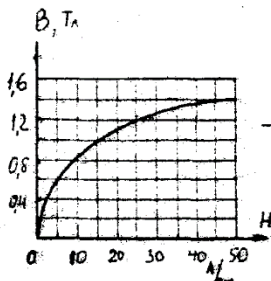
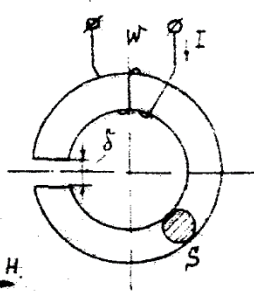
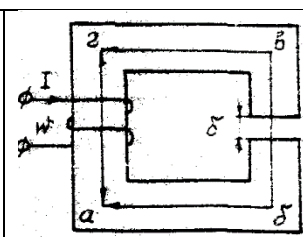
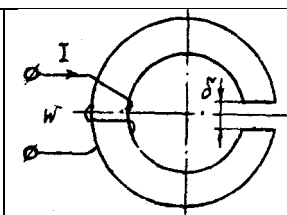
В результате расчета потоки  $\Phi_2$  и  $\Phi_3$ , оказались отрицательными. Это означает, что в действительности они направлены противоположно выбранным ранее для них направлениям, показанным на рис. 7.2 и рис. 7.6.

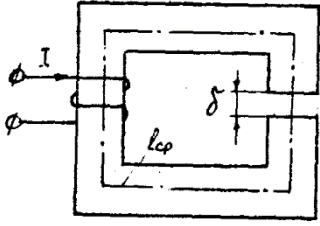
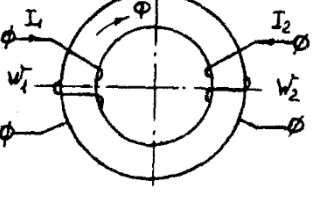
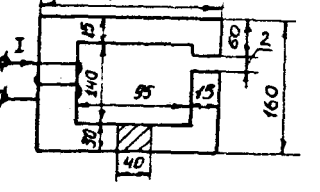
Задания к задаче 7.1.

Таблица 7.3

Номер варианта	Содержание задания

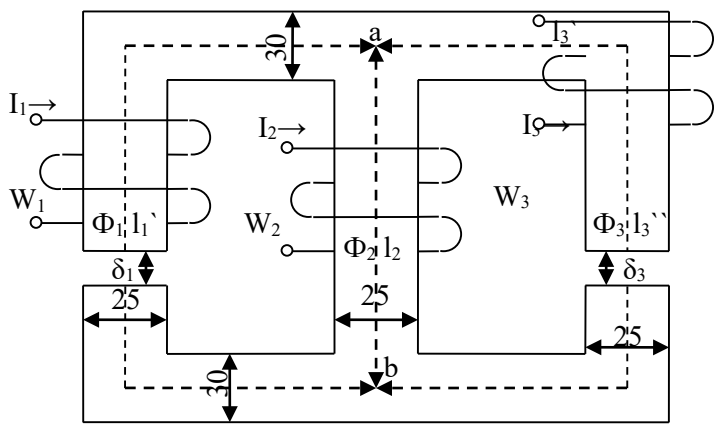
1	<p>Катушка с количеством витков <math>w = 1000</math> равномерно намотана на ферромагнитный сердечник с размерами: <math>R_1 = 8</math> см; <math>R_2 = 12</math> см, <math>h = 15</math> см. Значение магнитного потока <math>\Phi = 0,025</math> Вб, магнитная проницаемость <math>\mu = 2080</math>. Определить ток в катушке.</p>	
2	<p>На ферромагнитный сердечник равномерно намотана обмотка, <math>w = 2000</math> витков. По обмотке протекает ток <math>I = 0,1</math> А. Магнитная проницаемость <math>\mu = 1000</math>. Определить значение магнитного потока в сердечнике.</p>	
3	<p>Определить ток в катушке, если значение магнитного потока в сердечнике с магнитной проницаемостью <math>\mu = 1000</math>, <math>\Phi = 0,025</math> Вб. Число витков <math>w = 1500</math>.</p>	
4	<p>Катушка равномерно намотана на ферромагнитный сердечник с размерами <math>R_1 = 8</math> см, <math>R_2 = 12</math> см (см. рис. варианта 2). Магнитный поток в сердечнике <math>\Phi = 50 \cdot 10^{-3}</math> Вб создается намагничивающей силой <math>F = 4000</math> А. Определить магнитную проницаемость сердечника <math>\mu</math></p>	
5	<p>В стальном сердечнике, кривая намагничивания которого представлена на рис. варианта 10, магнитная индукция <math>B = 1,2</math> Тл, <math>l_{cp} = 30</math> см. Какой воздушный зазор <math>\delta</math> нужно сделать в сердечнике, чтобы индукция уменьшилась в 1,5 раза. Ток в катушке поддерживается постоянным.</p>	
6	<p>Катушка равномерно намотана на сердечник (см. рис. варианта 1) с размерами: <math>R_1 = 10</math> см; <math>R_2 = 14</math> см. Магнитная проницаемость сердечника <math>\mu = 1000</math>; число витков обмотки <math>W = 1000</math>; сила тока в обмотке <math>I = 0,2</math> А. Определить значение магнитного потока в сердечнике.</p>	
7	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;">  <p>б)</p> </div> <div style="margin-right: 20px;">  <p>а)</p> </div> <div> <p>Магнитопровод (рис .а) с одинаковым сечением всех ветвей <math>S = 1</math> см<sup>2</sup> имеет размеры: <math>l_1 = l_2 = 125,2</math> см; <math>l_3 = 62,5</math> см; <math>\mu_1 = 200</math>; <math>\mu_2 = 100</math>; <math>\mu_3 = 100</math>. Такой</p> </div> </div>	

	магнитопровод можно заменить эквивалентной схемой (рис б), эквивалентное магнитное сопротивление $R_M$ .	
8	Катушка, намотанная на тороидальный сердечник круглого сечения, имеет $N=200$ витков. Размеры сердечника (см. рис. варианта 2): $R_1=10$ см; $R_2=20$ см; $\mu=800$ . Определить максимальное значение магнитной индукции внутри сердечника, ток в катушке $I = 1$ А.	
9	Определить индуктивность $L$ катушки, если магния проницаемость сердечника $\mu = 10^{-3}$ Гн/м. Число витков $W = 100$ . Размеры сердечника указаны на рис. варианта 3 в сантиметрах.	
10	Намагничивающая сила катушки $f = 1860$ А; длина средней линии кольца $l_{cp} = 69,9$ см; сечение $S = 10$ см <sup>2</sup> ; зазор $\delta = 0,1$ см. Пользуясь характеристикой стали $B=f(H)$ , вычислить, магнитный поток в кольце.	 
11	На участке <i>ab</i> стальной сердечник имеет сечение $S_1 = 12$ см <sup>2</sup> , длина средней линии на этом участке $l = 22$ см. На участке <i>ag</i> сечение сердечника $S_2 = 6$ см <sup>2</sup> . Намагничивающая сила обмоток $F = 450$ А; магнитный поток $\Phi = 6 \cdot 10^{-4}$ Вб. Кривая намагничивания представлена на рис. Варианта 10. Определить длину участка <i>ag</i> , если величина воздушного зазора $\delta = 0,1$ мм.	
12	Найти $R_M$ воздушного зазора постоянного магнита и магнитный поток, если $\delta = 0,5$ см, площадь поперечного сечения воздушного зазора $S = 1,5$ см <sup>2</sup> . Магнитное напряжение на воздушном зазоре 1920 А.	
13	Длина стальной части сердечника $l_{cp} = 138$ см; воздушный зазор $\delta = 0,1$ мм. Кривая намагничивания материала сердечника представлена на рис. варианта 10. Определить намагничивающую силу $F$ обмотки, которая создала бы в воздушном зазоре индукцию $B = 1$ Тл.	

14	<p>В стальном сердечнике, кривая намагничивания которого представлена на рис. варианта 10, магнитная индукция <math>B=1</math> Тл, <math>l_{cp}=20</math> см. Какой воздушный зазор <math>\delta</math> нужно сделать в сердечнике, чтобы индукция уменьшилась в два раза. Ток в катушке поддерживается постоянным.</p>	
15	<p>На стальное кольцо, средняя длина которого <math>l_{cp}=120</math> см, намотаны две обмотки: <math>W_1=100</math> витков и <math>W_2=500</math> витков. Известен ток второй обмотки <math>I_2=2</math> А и кривая намагничивания сердечника (см. рис. варианта 10). Определить ток первой обмотки, который обеспечил бы в сердечнике индукцию <math>B=1,2</math> Тл</p>	
16	<p>Определить МДС и ток обмотки, если в воздушном зазоре цепи требуется получить <math>B_{\delta}=1,4</math> Тл. Число витков обмотки <math>W=1000</math>, кривая намагничивания стали приведена на рис. варианта 10.</p>	
17	<p>для магнитопровода, изображенного на рис. варианта 5, задано: <math>l_1=15</math> см; <math>l_2=5</math> см; <math>\delta=2</math> мм; <math>l_3=l_5=6</math> см, <math>l_4=17</math> см; <math>l_6=32</math> см; <math>H_1=H_2=H_3=H_4=H_5=H_6=8</math> А/см; <math>W=100</math> витков. Определить ток.</p>	
18	<p>Пользуясь характеристикой стали <math>B=f(H)</math>, изображенной на рис. варианта 10, вычислить магнитный поток в кольце, если намагничивающая сила катушки <math>F=2000</math> А; длина средней линии кольца 75 см; <math>S=10</math> см; зазор <math>\delta=0,1</math> см.</p>	
19	<p>Определить индуктивность <math>L</math> катушки, если абсолютная магнитная проницаемость сердечника <math>\mu = 3 \cdot 10^4</math> Гн/м. Число витков <math>W=200</math>. Размеры сердечника указаны на рис. варианта 3 в сантиметрах.</p>	
20	<p>Катушка намотана на ферромагнитный сердечник (рис. варианта 1). размеры сердечника: <math>R_1=10</math> см; <math>R_2=16</math> см; <math>h=16</math> см. Значение магнитного потока <math>\Phi=0,040</math> Вб, магнитная проницаемость <math>\mu=2080</math>. Определить число витков катушки при токе <math>I=2</math> А.</p>	
21	<p>Длина стальной части сердечника, представленного на рис. варианта 10 <math>l_{cp}=69,9</math> см, воздушный зазор <math>\delta=0,1</math> мм. Кривая намагничивания материала сердечника представлена на рис. варианта 10. Определить намагничивающую силу <math>F</math> обмотки, которая создала бы в воздушном зазоре индукцию <math>B=3</math> Тл.</p>	

22	<p>Определить число витков обмотки, если в воздушном зазоре цепи требуется получить <math>B_{\delta} = 2,6</math> Тл. Ток, протекающий по обмотке, <math>I = 10</math> А. Кривая намагничивания стали приведена на рис. варианта 10.</p>	
23	<p>Найти <math>R_m</math>, воздушного зазора постоянного магнита и магнитный поток, если <math>\delta = 0,2</math> см, площадь поперечного сечения воздушного зазора <math>S_{\delta} = 1,5</math> см<sup>2</sup>. Магнитное напряжение на воздушном зазоре 2400 А.</p>	
24	<p>Определить значение магнитного потока сердечника, изображенном на рис. варианта 1. Размеры сердечника <math>R_1 = 12</math> см; <math>R_2 = 18</math> см; <math>h = 10</math> см. По обмотке с числом витков <math>W = 3000</math> протекает ток <math>I = 2</math> А. Магнитная проницаемость <math>\mu = 1000</math>.</p>	

**2.2. Разветвленная цепь синусоидального тока.**



- $I_1' = 0,24$  м
- $I_2 = 0,138$  м
- $I_3'' = 0,14$  м
- $I_3' = 0,1$  м
- $S_1 = 9$  см<sup>2</sup>
- $S_2 = 7,5$  см<sup>2</sup>
- $S_3'' = 7,5$  см<sup>2</sup>
- $S_3' = 9$  см<sup>2</sup>
- $U_{Mab} - ?$
- $\Phi = \int (U_{ab})$
- $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3 - ?$

Рис. 7.9.

Таблица 7.4

Варианты	$I_1 W_1,$ А	$I_2 W_2,$ А	$I_3 W_3,$ А	$\delta_1,$ мм	$\delta_2,$ мм	$\delta_3,$ мм
1	300	800	0	0	0,05	0,22
2	0	300	550	0,05	0,11	0
3	600	0	300	0,22	0	0,11
4	800	400	0	0	0,22	0,11
5	0	500	600	0,11	0	0,05
6	600	0	0	0	0,05	0,11
7	300	500	0	0,22	0	0,05
8	0	300	800	0,11	0,22	0

9	800	0	600	0,05	0	0,22
10	600	300	0	0,22	0,11	0
11	0	300	600	0	0,22	0,11
12	400	0	800	0,11	0	0,22
13	500	300	0	0,22	0,05	0
14	0	800	300	0	0,11	0,22
15	800	0	300	0,11	0,05	0
16	400	600	0	0,05	0	0,11
17	0	600	400	0	0,22	0,05
18	800	0	300	0,22	0,11	0
19	500	800	0	0,15	0	0,11
20	0	500	400	0	0,15	0,11
21	550	0	600	0,22	0,15	0
22	500	600	0	0,05	0	0,15
23	0	600	300	0	0,11	0,15
24	300	0	600	0,15	0,05	0

## Задача 8. ТРАНСФОРМАТОРЫ

### Условие задачи.

Паспортные данные трансформатора берут из табл. 8.1, где:

$m$  - число фаз,  $m=3$ ;

ВН/НН- $N$  - схема и группа соединения обмоток;

$S_H$  - номинальная полная мощность;

$U_{ВН}^{ном}$  - номинальное (линейное) напряжение обмотки ВН;

$U_{НН}^{ном}$  - номинальное (линейное) напряжение обмотки НН;

$P_{ох}$  - потери холостого хода (мощность холостого хода при номинальном напряжении);

$P_{кн}$  - потери короткого замыкания (мощность короткого замыкания при напряжении короткого замыкания);

$u_k$  - напряжение короткого замыкания, %, где  $u_k = [U_{кн}/U_H] \cdot 100\%$ ;

$i_0$  - ток холостого хода, %, где  $i_0 = [I_{0н}/I_{1н}] \cdot 100\%$ .

При всех расчетах первичной считать обмотку ВН.

### Последовательность решения.

По известным паспортным данным сделать следующие расчеты и построения:

1. Начертить схему соединения обмоток трансформатора заданной группы и построить векторную диаграмму напряжений для доказательства, что начерченная схема соответствует заданной группе.

2. На схеме соединения обмоток трансформатора показать линейные и фазные напряжения и токи,

3. Определить номинальные фазные значения напряжений и токов ВН и НН:  $U_{1н}$ ,  $U_{2н}$ ,  $I_{1н}$ ,  $I_{2н}$ .

4. Рассчитать коэффициент трансформации -  $K$ .

5. Определить параметры Т-образной электрической схемы замещения трансформатора:  $R_m$ ,  $X_m$ ,  $R_1$ ,  $R'_2$ ,  $X_1$ ,  $X'_2$  (при расчете полагать  $R_1 = R_2$  и  $X_1 = X'_2$ ). Начертить Т-образную схему замещения с указанием всех параметров и величин.

6. Рассчитать параметры короткого замыкания  $R_K$ ,  $X_K$ ,  $Z_K$ ,  $u_{ка}$  (%),  $u_{кр}$  (%).

7. Составить упрощенную электрическую схему замещения трансформатора и определить фазные значения тока  $I_2$  и напряжения  $U_2$  при включении во вторичную цепь обмотки нагрузки  $Z_H$  (см. табл. 8.1). При расчете определить в комплексной форме приведенные значения тока  $I'_2$  и напряжения  $U'_2$  а затем их действующие значения  $I_2$ ,  $U_2$ .

Таблица 8.1

### Исходные данные для задачи 8

Номер варианта	ВН/НН-N	$S_k$ , кВА	$U_{ЛН}^{ВН}$ , кВ	$U_{ЛН}^{НН}$ , кВ	$P_{0Н}$ , Вт	$P_{кН}$ , Вт	$U_k$ , %	$I_0$ , %	$Z_H$ , Ом
1	Y/Δ - 11	160	35	0,4	700	2650	6,5	2,4	3+ j3
2	Y/Y <sub>N</sub> - 0	160	35	0,69	700	2650	6,5	2,4	3+ j2,25
3	Y/Δ - 11	250	35	0,4	1000	3700	6,5	2,3	3+ j2,25
4	Y/Y <sub>N</sub> - 0	250	35	0,69	1000	3700	6,5	2,3	1,6+ j1,2
5	Y/Δ - 11	400	6	0,4	2180	3700	3,5	2,1	1,2+ j0,9
6	Y/Y <sub>N</sub> - 0	400	6	0,69	2180	3700	3,5	2,1	1,1+ j1,0
7	Y/Δ - 11	630	6	0,4	1560	8500	5,5	2,0	0,8+ j0,6
8	Y/Y <sub>N</sub> - 0	630	6	0,69	1560	8500	5,5	2,0	0,7+ j0,7
9	Y/Δ - 11	320	6	0,4	1675	2630	2,5	2,2	1,6+ j1,2
10	Y/Y <sub>N</sub> - 0	320	6	0,69	1675	2630	2,5	2,2	1,4+ j1,4
11	Y/Y <sub>N</sub> - 0	630	35	0,69	1900	7600	6,5	2,0	0,7+ j0,7
12	Y/Δ - 11	630	35	0,4	1900	7600	6,5	2,0	0,6+ j0,8
13	Y/Y <sub>N</sub> - 0	400	35	0,69	1350	5500	6,5	2,1	1,0+ j1,0
14	Y/Δ - 11	400	35	0,4	1350	5500	6,5	2,1	0,6+ j0,8
15	Y/Y <sub>N</sub> - 0	250	6	0,23	660	3700	4,5	4	0,2+ j0,15
16	Δ/Y <sub>N</sub> - 11	250	10	0,69	660	4200	4,7	4	2+ j1,5
17	Y/Δ - 11	400	10	0,23	920	5500	4,5	3,5	0,4+ j0,3
18	Δ/Y <sub>N</sub> - 11	400	6	0,69	920	5900	4,5	3,5	1,2+ j0,9
19	Y/Y <sub>N</sub> - 0	630	10	0,4	1310	7600	5,5	3	0,4+ j0,3
20	Δ/Y <sub>N</sub> - 11	630	6	0,69	1310	8500	5,5	3	0,8+ j0,6
21	Y/Δ - 11	200	6	0,4	875	2535	2,8	2,5	2,4+ j1,8
22	Y/Y <sub>N</sub> - 0	200	6	0,69	875	2535	2,8	2,5	2,4+ j1,8
23	Y/Y <sub>N</sub> - 0	250	6	0,4	740	3350	3,4	2,3	2+ j1,5
24	Y/Y <sub>N</sub> - 0	250	6	0,69	740	3350	3,4	2,3	2+ j1,5

8. Определить значение коэффициента нагрузки при включении во вторичную цепь нагрузки  $Z_H$  и оптимальные значения коэффициента нагрузки трансформатора  $\beta_{\text{опт}}$ .

9. Рассчитать изменение вторичного напряжения при:

а) включении во вторичную цепь нагрузки  $Z_H$ ;

б) оптимальном коэффициенте нагрузки  $\beta_{\text{опт}}$  и  $\cos \varphi_2 = 0,95$  (созф2 устанавливает предприятию энергоснабжающая организация).

10. Определить КПД трансформатора при:

а) включении во вторичную цепь нагрузки  $Z_H$ ;

б) оптимальном коэффициенте нагрузки  $fW$  и  $\cos \varphi_2 = 0,95$ . Сравнить полученные в пунктах а и б значения к. п. д. и сделать вывод.

#### Методические рекомендации.

При расчете многофазных симметричных электрических цепей переменного тока расчеты выполняют, как правило, на одну фазу, т. е. используя фазные значения напряжений и токов, а все энергетические параметры: мощности на входе и выходе, потери и т. п. обычно рассчитывают на все фазы, паспортные данные по мощности указаны также на все фазы.

Например:

$$S = m \cdot I_\phi \cdot U_\phi; P = m \cdot I_\phi \cdot U_\phi \cdot \cos \varphi; \Delta P = m \cdot R \cdot I_\phi^2 \text{ и т. д., где } m \text{ – число фаз.}$$

К пункту 7. При переходе от Т-образной электрической схемы замещения приведенного трансформатора к упрощенной пренебрегают током холостого хода ( $I_0 = 0$ ). В этом случае приведенный трансформатор заменяется эквивалентной электрической схемой замещения, представляющей собой комплекс полного сопротивления короткого замыкания



$$Z_K = R_K + jX_K.$$

К пункту 8. Оптимальным называется значение коэффициента нагрузки, соответствующее максимальному к. п. д. трансформатора при заданном коэффициенте мощности.

## Задача 9. АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ

### Условие задачи.

Известны следующие технические данные асинхронного двигателя с фазным ротором, предназначенного для работы в сети с частотой  $f = 50$  Гц (табл. 9.1):

- число фаз  $m = 3$ ;
- схема соединения фаз обмотки статора  $\Delta/Y$ ;
- число полюсов  $2p$ ;
- номинальная мощность (полезная)  $P_{2н}$ ;
- номинальное линейное напряжение обмотки статора  $U_{лн}(\Delta)/U_{лн}(Y) = 220/380$  В (для всех вариантов задачи);
- номинальный к. п. д.  $\eta_n$
- номинальный коэффициент мощности  $\cos \varphi_n$ ;
- номинальная частота вращения  $n_{2н}$ ;
- кратность номинального момента  $K_M = M_{max}/M_{ном}$ ;
- активное сопротивление фазы обмотки статора  $R_1$
- активное сопротивления фазы обмотки ротора  $R_2$ ;
- схема соединения фаз обмотки ротора  $Y$ ;
- линейная э. д. с. неподвижного ротора  $E_{2л}$
- индуктивное сопротивление рассеяния фазы обмотки неподвижного ротора  $X_2$ .

### Последовательность решения.

1. Определить следующие значения, соответствующие номинальному режиму:
  - номинальные полную  $S_n$ , активную  $P_{1н}$  и реактивную  $Q_{1н}$  мощности на зажимах обмотки статора асинхронного двигателя;
  - номинальные фазные напряжение  $U_{1н}$  и ток  $I_{1н}$  статора;
  - фазную э. д. с. неподвижного ротора  $E_2$ ;
  - номинальное скольжение  $S_n$ ;
  - номинальный момент на валу  $M_{2н}$ ,
2. Начертить электрические схемы замещения фазы обмотки вращающегося и неподвижного ротора и рассчитать:
  - а) для вращающегося ротора:
    - частоту э. д. с. и тока ротора в номинальном режиме  $f_{2н}$ ;
    - номинальную фазную э. д. с. ротора  $E_{2S_n}$  индуктивное сопротивление рассеяния фазы ротора в номинальном режиме  $X_{2S_n}$ ;

Таблица 9.1

Исходные данные к задаче 9

Номер варианта	Тип двигателя	2p	$P_{2н}$ , кВт	$\eta_n$ , %	$\cos \varphi_n$	$n_{2н}$ , об/мин	$K_M$	$R_1$ , Ом	$E_{2л}$ , В	$R_2$ , Ом	$X_2$ , Ом
0	4AK16034УЗ	4	11,0	86,5	0,86	1438	3,2	0,373	305	0,321	0,576
1	4AK160M4УЗ	4	14,0	88,0	0,87	1448	3,5	0,255	300	0,207	0,385

2	4AK180M4Y3	4	18,5	89,5	0,88	1457	4,0	0,135	294	0,125	0,232
3	4AK200M4Y3	4	22,0	90,0	0,87	1467	4,0	0,124	338	0,107	0,309
4	4AK2004Y3	4	30,0	90,0	0,87	1462	4,0	0,099	349	0,0964	0,281
5	4AK1606Y3	6	7,7	88,5	0,77	951	3,5	0,664	300	0,518	0,906
6	4AKГ60M6Y3	6	10,0	84,5	0,76	959	3,8	0,401	310	0,358	0,800
7	4AK180M6Y3	6	13,0	86,0	0,86	957	4,0	0,267	324	0,317	0,608
8	4AK200M6Y3	6	18,5	88,5	0,81	971	3,5	0,168	360	0,190	0,387
9	4AK2006Y3	6	22,0	88,0	0,80	969	3,5	0,149	330	0,143	0,308
10	4AK225M6Y3	6	30,0	90,0	0,85	976	2,5	0,106	141	0,015	0,046
11	4AK1608Y3	8	5,5	80,0	0,70	706	2,5	0,887	301	0,861	1,605
12	4AK160M8Y3	8	7,1	82,0	0,70	712	3,0	0,622	290	0,537	1,413
13	4AK180M8Y3	8	11,0	85,5	0,72	718	3,5	0,333	267	0,253	0,684
14	4AK200M8Y3	8	15,0	86,0	0,73	719	3,0	0,233	356	0,322	0,625
15	4AK2008Y3	8	18,5	87,0	0,73	727	3,0	0,187	301	0,1405	0,366
16	4AHK1604Y3	4	14,0	85,0	0,85	1425	3,0	0,358	328	0,349	0,572
17	4AHK160M4Y3	4	17,0	87,5	0,87	1441	3,5	0,229	314	0,210	0,388

18	4АНК1804У3	4	22,0	87,0	0,86	1423	3,2	0,163	299	0,190	0,315
19	4АНК180М4У3	4	30,0	90,0	0,86	1450	3,2	0,097	291	0,088	0,164
20	4АНК1806У3	6	13,0	83,5	0,81	940	3,0	0,363	204	0,173	0,240
21	4АНК180М6У3	6	18,5	85,0	0,82	941	3,0	0,241	336	0,326	0,466
22	4АНК200М6У3	6	22,0	89,0	0,81	967	3,0	0,1505	379	0,201	0,514
23	4АНК1808У3	8	11,0	85,0	0,76	711	3,2	0,417	315	0,431	0,640
24	4АНК180М8У3	8	14,0	86,5	0,77	722	3,5	0,303	307	0,235	0,392
25	4АНК200М8У3	8	18,5	86,5	0,78	721	2,5	0,242	382	0,283	0,734
26	4АНК2008У3	8	22,0	86,0	0,79	713	2,5	0,190	330	0,244	0,470

- номинальный фазный ток ротора  $I_{2н}$ ;

- приведенный номинальный фазный ток  $I'_{2н}$ ; б) для неподвижного ротора:

- фазный ток ротора  $I_2$ ;

- приведенные значения  $R'_2, X'_2, E'_2, I'_2$ .

Сравнить вычисленные значения фазного тока  $I_{2н}$  и  $I_2$  (или  $I'_{2н}$  и  $I'_2$ ).

3. Рассчитать энергетические параметры асинхронного двигателя, работающего в номинальном режиме:

- номинальные электромагнитную мощность  $P_{эм.н}$  и электромагнитный момент  $M_{эм.н}$ ;

- номинальную полную механическую мощность  $P_{мех.н}$ ,

- сумму потерь  $\Sigma\Delta P$ ;

- построить энергетическую диаграмму преобразования активной энергии при работе двигателя в номинальном режиме.

4. Вычислить значение критического скольжения  $S_{кр}$  при работе асинхронного двигателя с замкнутым ротором (без добавочного сопротивления в цепи ротора); определить параметры короткого замыкания  $R_K$  и  $X_K$  асинхронного двигателя.

5. Начертить электрическую схему пуска асинхронного двигателя с фазным ротором.

6. В одной системе координат построить следующие механические характеристики  $n_2 = f(M_{эм})$ .

- естественную при соединении обмотки статора в треугольник и подключении к сети с линейным напряжением 220 В и замкнутой обмоткой ротора;

- искусственную при том же соединении обмотки статора и включении в цепь ротора пускового реостата  $R_a$  сопротивление которого необходимо выбрать таким образом, чтобы

начальный пусковой момент был равен максимальному ( $M_{\Pi}=M_{max}$ ). Рассчитать значение этого сопротивления.

**Методические рекомендации.**

К пункту 2. В связи с тем, что в асинхронном двигателе с фазным ротором число фаз обмотки статора всегда равно числу фаз обмотки ротора ( $m_1 = m_2$ ), коэффициент приведения э. д. с. равен коэффициенту приведения токов ( $K_E = K_I$ ). Коэффициент приведения э. д. с. можно определить из паспортных данных

$$K_E = K_{об1} W_1 / K_{об2} W_2 = U_{1н} / E_2. \quad (9.1)$$

К пункту 3. Добавочные потери в асинхронном двигателе могут быть определены по формуле

$$\Delta P_D = 0,005 P_{1н} (I_1 / I_2)^2. \quad (9.2)$$

К пункту 4. Значение критического скольжения можно рассчитать по упрощенной формуле Клосса

$$M_{эм} / M_{max} = 2 / (S / S_{кр} + S_{кр} / S) = 1 / K_M. \quad (9.3)$$

При решении квадратного уравнения необходимо выбрать корень, удовлетворяющий условию  $S_{кр} > S_n$ .

Также значение критического скольжения можно рассчитать по формуле

$$S_{кр} = R'_2 / \sqrt{R_1^2 + X_2^2}. \quad (9.4)$$

Индуктивное сопротивление  $X_k$  можно определить из

$$M_{max} = \left( \frac{m_1}{2\Omega_1} \right) \left( \frac{U_{1н}^2}{R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_2^2}} \right), \quad (9.5)$$

где  $\Omega_1 = \omega_1 / p = 2\pi f / p$  - угловая скорость вращения магнитного поля в воздушном зазоре.

## Задача 10. ДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

**Условие задачи.**

Известны следующие технические данные двигателя постоянного тока параллельного возбуждения (табл. 10.1):

- номинальная полезная мощность  $P^{\wedge}$ ,
- номинальное напряжение якоря и обмотки возбуждения  $\mathcal{E}/_н$ ;
- номинальная частота вращения  $n_n$ ;
- номинальный к. п. д. %;
- сопротивление обмотки добавочных полюсов  $R_{in.}$ ;
- сопротивление обмотки параллельного возбуждения  $\mathcal{Z}_в$ ;
- падение напряжения на щетках  $\Delta U_{щ} = 2$  В при  $I_{щ} = I_n$ ,  $\Phi = \Phi_0$ .

Исходные данные для задачи 10

Таблица 10.1

Номер варианта	$P_{2н},$ кВт	$U_n,$ В	$n_n,$ об/мин	$\eta_n,$ %	$R_a,$ Ом	$R_{дп},$ Ом	$r_B,$ Ом	$R_p,$ Ом	$r_p,$ Ом
1	1,0	110	3000	71,5	0,6	0,35	365	5 $R_a$	$r_B$
2	0,9	110	2000	73,0	0,64	0,4	340	7 $R_a$	0,5 $r_B$
3	1,3	110	3150	76,0	0,36	0,36	340	9 $R_a$	$r_B$
4	0,55	220	3000	71,0	1,0	0,55	222	10 $R_a$	0,5 $r_B$
5	0,75	110	3000	78,5	0,64	0,4	720	4 $R_a$	$r_B$
6	1,2	220	2200	76,5	0,79	0,33	103	6 $R_a$	0,5 $r_B$
7	2,0	110	3000	78,5	0,2	0,14	265	8 $R_a$	$r_B$
8	1,1	220	1500	74,0	2,2	1,57	81	10 $R_a$	0,5 $r_B$
9	1,7	110	2200	77,0	0,29	0,24	295	5 $R_a$	$r_B$

10	2,2	220	3150	81,0	0,52	0,51	81	7 R <sub>a</sub>	0,5 гВ
11	1,5	110	1590	70,0	0,42	0,36	181	9 R <sub>a</sub>	гВ
12	2,5	220	2200	76,0	0,79	0,68	39,4	4 R <sub>a</sub>	0,5 гВ
13	3,4	110	3350	79,5	0,46	0,05	96,3	6 R <sub>a</sub>	гВ
14	5,3	220	3000	80,0	0,24	0,2	25,3	8 R <sub>a</sub>	0,5 гВ
15	1,4	110	3000	78,5	0,2	0,13	403	10 R <sub>a</sub>	гВ
16	1,6	110	790	68,0	0,47	0,31	134	5 R <sub>a</sub>	0,5 гВ
17	7,0	110	2200	81,0	0,07	0,05	111	7 R <sub>a</sub>	гВ
18	4,0	220	1500	79,0	0,56	0,34	35	9 R <sub>a</sub>	0,5 гВ
19	10,5	440	3000	85,0	0,56	0,34	25,6	4 R <sub>a</sub>	гВ
20	1,9	110	750	71,0	0,32	0,27	138	6 R <sub>a</sub>	0,5 гВ
21	3,0	220	1000	75,5	0,88	0,64	37,5	8 R <sub>a</sub>	гВ
22	5,5	110	1500	80,0	0,88	0,07	101	10 R <sub>a</sub>	0,5 гВ
23	8,5	440	2240	84,5	0,67	0,45	25	5 R <sub>a</sub>	гВ
24	3,7	220	2360	81,0	0,35	0,22	54,5	7 R <sub>a</sub>	0,5 гВ

### Последовательность решения.

1. Начертить электрическую схему двигателя постоянного тока параллельного возбуждения с включением добавочных регулировочных резисторов в цепь якоря  $R_P$  и в цепь обмотки возбуждения  $г_r$ .

2. Определить номинальную мощность на входе двигателя  $P_{IH}$ , номинальные токи якоря  $I_{AH}$  и возбуждения  $i_{BH}$  и номинальный момент на валу двигателя  $M_{2H}$ .

3. Рассчитать и построить в одной системе координат механические характеристики двигателя постоянного тока, включенного в сеть с номинальным напряжением  $U_H$ :

а) естественную ( $R_P = 0$ ;  $г_r = 0$ );

б) искусственную при включении регулировочного реостата в цепь якоря ( $R_P \neq 0$ ;  $г_r = 0$ );

в) искусственную при включении регулировочного реостата в цепь возбуждения ( $R_P = 0$ ;  $г_r \neq 0$ ).

4. Объяснить, что произойдет с работающим двигателем при обрыве в цепи возбуждения, если система автоматической защиты из-за неисправности не отключит вовремя двигатель от сети.

5. Рассчитать максимальные значения сопротивления пускового реостата  $R_{max}$ , включенного в цепь якоря, при реостатном способе пуска двигателя, если известно, что пусковой ток не должен превышать двойного номинального значения ( $I_{АП} \leq 2I_{AH}$ ).

### Методические рекомендации.

К пункту 2. В двигателе постоянного тока параллельного возбуждения номинальный ток  $I_H = I_{AH} + i_{BH}$

К пункту 3. Для решения задачи необходимо рассчитать произведение конструктивной постоянной электрической машины на номинальный магнитный поток  $c\Phi$ , при  $U_n$ . Это значение можно определить из паспортных данных двигателя, используя выражения:

$$E_A = c\Phi_H \Omega_H$$

$$E_A = U_H - I_{AH}(R_a + R_{ДП}) - \Delta U_{Щ}$$

где  $E_A$  - э.д.с. якоря;  $\Omega_H$  - угловая скорость двигателя постоянного тока;  $R_a$  - сопротивление обмотки якоря.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Бессонов Л. А.** Теоретические основы электротехники. Ч. 1. Электрические цепи. М.: Высшая школа. 1996. 628 с.
- 2. Каплянский А. Е., Лысенко А. П., Полотовский Л. С.** Теоретические основы электротехники / Под ред. А. Е. Каплянского. М.: Высшая школа, 1972. 447 с.
- 3. Нейман Л.Р., Демирчан К.С.** Теоретические основы электротехники. Т. 1: Ч. 1. Основные понятия и законы теории электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей. Ч. 2. Теория линейных электрических цепей. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1981. 533 с.
- 4. Нейман Л. Р., Демирчан К. С.** Теоретические основы электротехники. Т. 2: Ч. 3. Теория нелинейных электрических и магнитных цепей. Ч. 4. Теория электромагнитного поля. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение. 1981. 415 с.
- 5. Атабеков Г. И.** Основы теории цепей: Учебник для вузов. М: Энергия, 1969. 424 с.
- 6. Атабеков Г. И. и др.** Теоретические основы электротехники. Ч. 2. Нелинейные цепи. М.: Энергия, 1970. 232 с.
- 7. Нейман Л. Р., Демирчан К. С.** Теоретические основы электротехники: Учебник для вузов. В 2-х тт. Том 2. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1981. 416 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

***МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ***

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**

Специальность  
***20.02.04 Пожарная безопасность***

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА .....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ .....	4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса .....	4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам .....	5
Подготовка и написание контрольной работы .....	6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) .....	7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....	8
Подготовка к зачёту .....	8
Подготовка к экзамену .....	8



## ВВЕДЕНИЕ

*Самостоятельная работа студентов* – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

*Аудиторная самостоятельная работа* по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

*Внеаудиторная самостоятельная работа* – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

## **ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА**

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

*для подготовки ко всем видам текущего контроля:*

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

*для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:*

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

#### **Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса**

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

*для овладения знаниями:*

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

*для формирования навыков и умений:*

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

### **Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам**

*Практические занятия* по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

*для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

*для формирования навыков и умений:*

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

*Лабораторные занятия* по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

*для овладения знаниями:*

- изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
- изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- составление плана проведения эксперимента;
- составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
- аналитическая обработка результатов экспериментов.

*для формирования навыков и умений:*

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

### **Подготовка и написание контрольной работы**

*Контрольная работа* – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

*для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки.

*для формирования навыков и умений:*

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

*Доклад с презентацией* – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

*для овладения знаниями:*

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

*для закрепления и систематизации знаний:*

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

*для формирования навыков и умений:*

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

### **Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)**

*Курсовая работа (проект)* – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

*для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Подготовка к зачёту**

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

*Тест* – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

### **Подготовка к экзамену**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

*Теоретический вопрос* – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

*Практико-ориентированное задание* – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

**Министерство образования и науки РФ  
ГОУ ВО  
«Уральский государственный горный  
университет»**

**Новикова Н.А.**

**Методические указания**

**Для выполнения лабораторных работ по дисциплине  
«Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов СПО**

**Екатеринбург**



## ВВЕДЕНИЕ

В курсе «Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия» студенты дневного обучения факультета СПО выполняют лабораторные работы в объеме 10 часов.

Лабораторные работы выполняются по техническим измерениям.

1. Измерение размеров деталей штанге инструментами – 2 часа.
2. Измерение размеров детали микрометрическими инструментами- 2 часа.
3. Измерение размеров деталей при помощи концевых мер длины и рычажно-зубчатыми приборами – 2 часа.
4. Контроль зубчатых колес - 4 часа.

Студенты заочного обучения выполняют вместо первых трех работ одну комплексную работу (контроль размеров поршня) - 4 часа; контроль зубчатых колес. - 2 часа.

Все отчеты выполняются на стандартных бланках, мягким графическим карандашом. На каждую работу выдается готовый отпечатанный бланк, поэтому в данной методической разработке форма отчетов не приводится.

## Лабораторная работа № 1

### ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТАМИ

**Цель:** Ознакомиться с конструкциями нониуса штангенинструментов и получить навык измерения штангенинструментами.

Для выполнения работы студенту выдается: штангенциркуль модели ШЦ-П, штангенрейсмус, штангенглубомер, деталь для измерения, ГОСТ 25347-82 (СТ СЭВ 144-75), РДМУ98-77, чертеж детали.

**Задание 1.** Ознакомиться с конструкцией штангенциркуля, штангенглубомера и штангенрейсмуса; паспортные данные приборов занести в табл.1.1 отчета.

**Задание 2.** Измерить размеры заданной детали. Наружные размеры  $d_1$  и  $d_2$  измерять в трех сечениях (1, 2, 3, см. рис.1) и в двух взаимно перпендикулярных направлениях (1-1 и 2-2).

Диаметры отверстий  $D_1$  и  $D_2$  измерять по два раза (в направлении 1-1 и 2-2) с одного торца и аналогично с другого торца детали.

Длину детали и длину уступов измеряют по четыре раза через  $90^\circ$ . Длину детали измеряют с помощью штангенрейсмуса, установив деталь и рейсмус на поверочную плиту, размеры уступов измерять штангенглубомером.

Результаты измерений детали занести в таблицу 1.2 отчета.

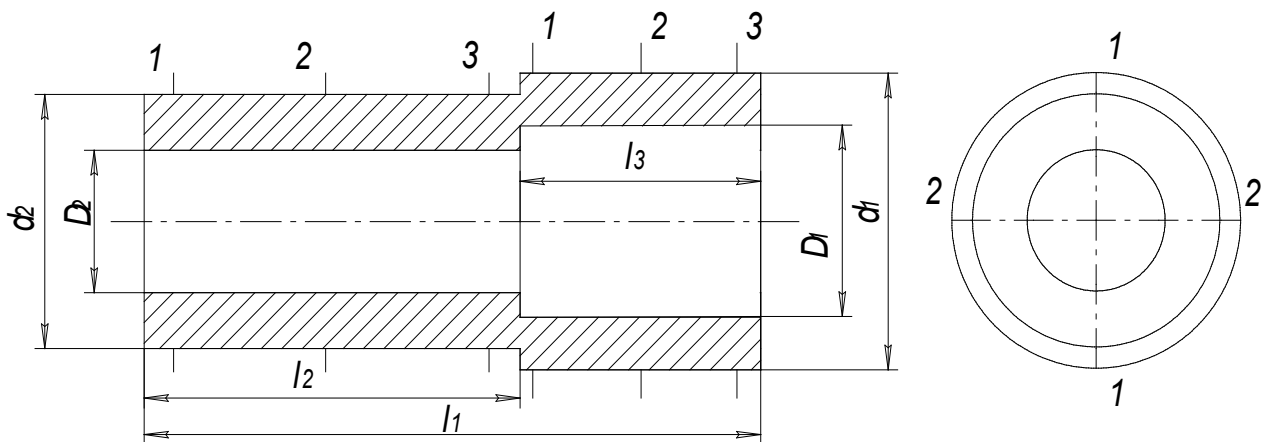


Рис. 1. Схема измерения

**Задание 3.** Дать заключение о годности детали по каждому размеру, для чего:

а) по чертежу детали выписать условные обозначения полей допусков для каждого размера;

б) в таблицах по ГОСТ 25347-82 (СТ СЭВ 144-75) для каждого поля допуска выписать числовые отклонения и определить предельно допустимые размеры;

в) выполнить анализ годности по каждому размеру. Если измеренные размеры окажутся меньше наименьшего допустимого, то находят разницу

между наименьшим допустимым размером и наименьшим размером, полученным при измерении и в отчете указывают «Размер занижен на ... мм».

Если измеренные размеры окажутся больше допустимого размера, то вычисляется разница между наибольшим измеренным и наибольшим допустимым размером и в отчете указать «Размер завыщен на... мм»

При защите лаб. работы № 1 студент должен знать:

1. Как устроен нониус.
2. Как установить заданный размер на штангенциркуле.
3. Показать, как производились измерения наружных и внутренних поверхностей.
4. Уметь анализировать погрешности формы размеров деталей, полученных при измерении.

Таблица 1

**Номинальные размеры деталей**

Номер детали	$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$l_1$		$L_3$
1	50a11	40js12	40c11	26B11	74h12	42Js12	26Js12
2	40b12	35a11	28B12	25C11	90h11	56H12	32H12
3	38d11	32b12	28Js12	20B12	74h12	35Js12	26H12
4	44b11	40h12	35B12	28A11	80h12	50H12	24Js12
5	50c11	40b12	40A11	25B12	75h14	42H14	29Js14
6	68b12	50b11	56A11	42B12	85h14	45H14	30Js14
7	45a11	38b11	35C11	28B12	80h14	50H14	25Js14
8	42d11	34a11	32B12	25Js12	96h12	50H12	35H14
9	62d11	55b11	50H12	42B12	100h11	60H12	35Js14
10	38b12	32c11	36B11	22A11	72h14	35H14	26H14
11	38d11	32c11	28B11	20A11	70h14	30H14	26H14
12	38b12	32b12	16H12	12H12	80h14	35H14	35H14
13	40h12	30b12	26A11	20H12	58h14	38H14	14H14
14	60d11	50c11	46H12	35H11	80h12	40H12	32H14
15							
16	60b12	54b11	50H12	42H12	82h12	50H12	22H12
17	48d11	40c11	36H12	30H12	100h14	50H14	40H14
18	48b12	38a11	36B12	30A11	100h12	50h12	48h12
19	44b12	40d11	36B12	26B12	100h14	50H14	34Js12
20	48a11	45b11	40B12	36A11	75h14	43H14	20H14
21	50c11	36d11	38H12	25A11	75h12	32H14	30H14
22	40d11	36h12	35H11	26B12	100h14	58H12	38H12

23	50a11	38d11	35A11	32B12	70h14	34H12	35H14
24	48b12	42c11	40B12	32A11	72h12	42H14	22H14
25	48d11	42h12	40D11	32B12	72h12	42H12	22H14
26	48a11	38b12	36H12	28A11	64h14	32H14	30H14
27	46b12	38h11	34H12	26H11	80h14	55H14	20H14
28	42c11	38a11	32B12	26A11	88h12	46H14	35H14
29	45b12	38d11	35H12	28H12	80h12	40H14	36H14
30	42d11	38h12	35H11	28B12	90h12	48H12	36H14
31	48a11	40d11	34A11	28D11	85h14	45H14	30H14
32	48d11	40a11	36B12	28C11	75h14	50H14	25H14
33	46b11	38d11	35D11	30B12	74h14	36H14	30H14
34	45b12	40d11	36B12	30D11	60h12	25H12	26H14
35	32c11	26b12	24A11	20D11	75h12	36H14	40H14

## Лабораторная работа № 2

### ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ МИКРОМЕТРИЧЕСКИМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

**Цель:** Ознакомится с конструкцией микрометрических измерительных приборов и приобрести навык измерения гладким микрометром и микрометрическим нутромером.

Для выполнения работы выдаются: гладкий микрометр нужного предела измерения, микрометрический нутромер, РДМУ 98-77, ГОСТ 25347-82 (СТ СЭВ 144-75), чертеж деталей, подлежащих контролю.

**Задание 1.** Ознакомится с конструкцией гладкого микрометра, настроить прибор на нуль, занести паспортные данные прибора в табл. 2.1 отчета.

**Задание 2.** Измерить наружную цилиндрическую поверхность заданной детали, и результат измерений занести в табл. 2.2 отчета.

Измеряется одна цилиндрическая поверхность шесть раз: в трех сечениях (1, 2, 3) и в двух направлениях взаимно перпендикулярных (1-1 и 2-2) согласно схеме, указанной на рис 2, а.

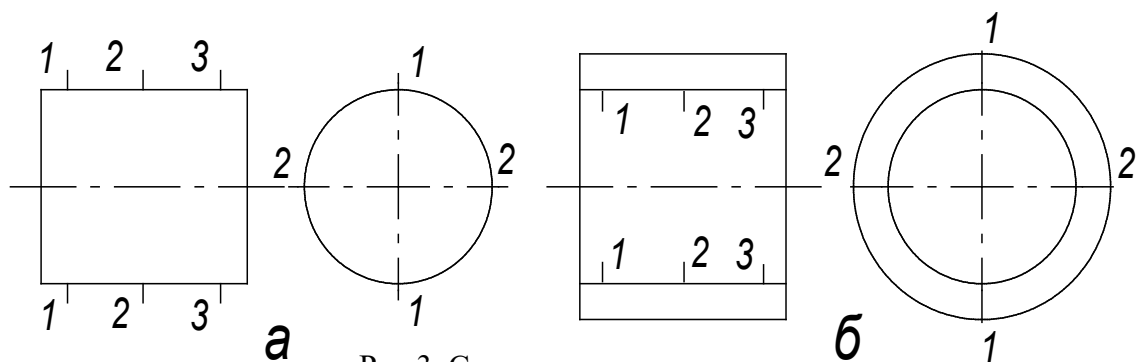


Рис.3. Схема измерения

**Задание 3.** Ознакомиться с устройством микрометрического нутромера, настроить прибор на нуль, занести паспортные данные в табл. 2 отчета.

**Задание 4.** Измерить микрометрическим нутромером одно отверстие у заданной детали, результаты измерения занести в табл. 2.3 отчета. Отверстие измерять в трех сечениях (1, 2, 3) и двух взаимно перпендикулярных направлениях (1-1 и 2-2) см. рис. 2, б. При измерении микрометрическим нутромером отверстия в графу "Отчет по микровинту" записывать только то, что прочтете на приборе, не прибавляя размера вставок и начального размера прибора.

**Задание 5.** Дать заключение о годности размеров, подвергающихся контролю, для чего:

а) согласно чертежа детали вписывают в таблицу отчета поля допусков на контролируемые размеры и в таблицах ГОСТ 25347-82 (СТ СЭВ 144-75) найти числовые предельные отклонения для каждого размера;

б) определить предельные размеры для поверхностей, подвергавшихся контролю;

в) дать заключение о годности по размеру, аналогично тому, как предусмотрено в лабораторной работе № 1.

г) определить действительные погрешности формы у поверхностей деталей, подвергшихся контролю.

При контроле размеров детали микрометрическими инструментами можно измерить только частные погрешности.

В поперечном сечении может иметь место овальность, а в продольном сечении- конусообразность, бочкообразность или седлообразность.

Для определения овальности необходимо сравнить размеры по отдельным сечениям (1, 2, 3) и где будет большая полуразность размеров, ту погрешность записывать в отчет.

Для определения погрешностей формы в продольном сечении необходимо сравнивать размеры, полученные в одном направлении (1-1 или 2-2). Если окажется, что размеры от сечения 1 к сечению 3 постепенно увеличиваются или уменьшаются, то в этом случае имеет место конусообразность, числовая величина которой получается как полуразность крайних размеров.

Если размеры в крайних сечениях будут меньше чем в среднем сечении, то имеем бочкообразность и в отчет записывать большую полуразность. Если размеры в крайних сечениях окажутся меньше размера в среднем сечении, то в данном случае имеем седлообразность, в отчете записывать большую полуразность. Принять обозначения: овальности знаком -  $\Delta_{ов}$ , конусообразность -  $\Delta_{к}$ , бочкообразность -  $\Delta_{б}$  и седлообразность -  $\Delta_{с}$ . Деталь считается годной по погрешностям формы, если погрешности не превышают половины допуска на размер детали.

При защите лаб. работы № 2 студент должен знать:

1. Как устроено отсчетное устройство микрометра или микрометрического устройства.

2. Уметь настраивать микрометрические инструменты на нуль.

3. Правильно снимать размер по шкале микрометрических приборов.

4. Уметь определять погрешности формы цилиндрических деталей.

На рис. 4 представлен чертеж измеряемого поршня, а в таблицах 2 и 3 приведены номинальные и ремонтные размеры поршней.

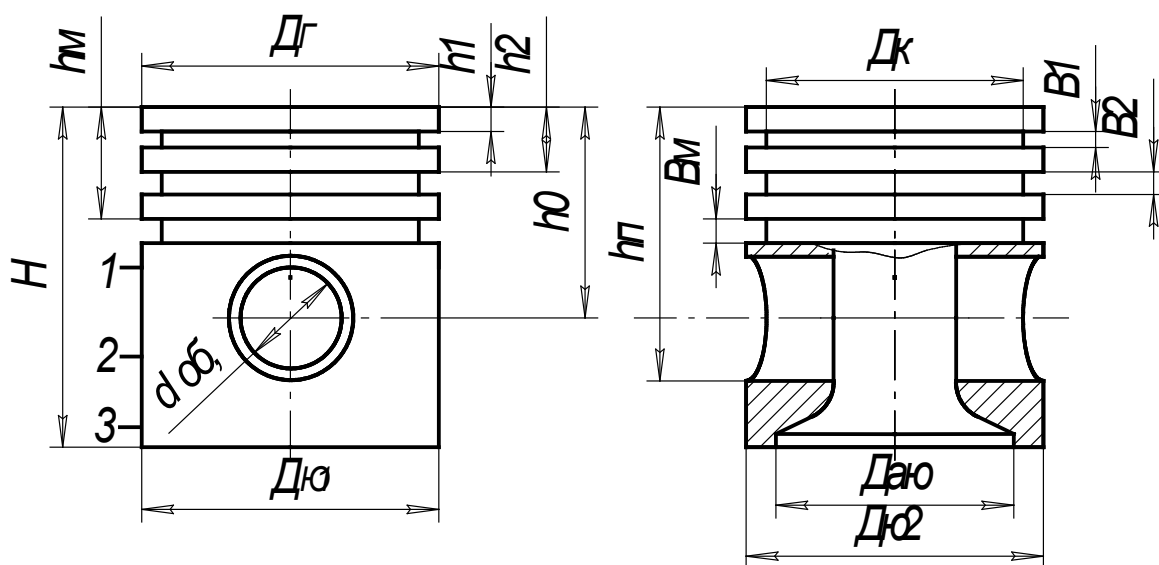


Рис.4. Чертеж поршня

Таблица 2

## Номинальные и ремонтные размеры

Размер	Номинальный размер	Номинал ремонтного размера			Допуск формы или расположения
		1	2	3	
Дг	99,3h9	99,88	100,30	100,80	Овальн. 0,05 Конусн. 0,03
Дю1	100js8	100,50	101,00	101,50	Овальн. 0,12
Дю2	99,75js9	100,25	100,75	101,25	Конусн. 0,01
Дою	93,8H8	94,30	94,80	95,30	Овальн. 0,5 $T_{дою}$
Дк	89,0h11	89,50	90,00	90,50	Овальн. 0,5 $T_{дк}$
Доб	28N5				Овальн. 0,002 Конусн. 0,001
В1	2,0D9				Непараллельн. стенки 0,1
В2	2,0D9				
В3	2,0D9				
Вм	5,0D9				
Н	110h14				Непарал.: $T_n$
h1	11js12				Непарал.: $T_h$
h2	19js12				
h3	25js12				
hm	31,5js12				
ho	52,5js10				Непараллельность 0,035/100
hp	76,5js10				
dp	28h5				Овальность 0,5 $T_{dp}$

Поршень ЗИЛ-130

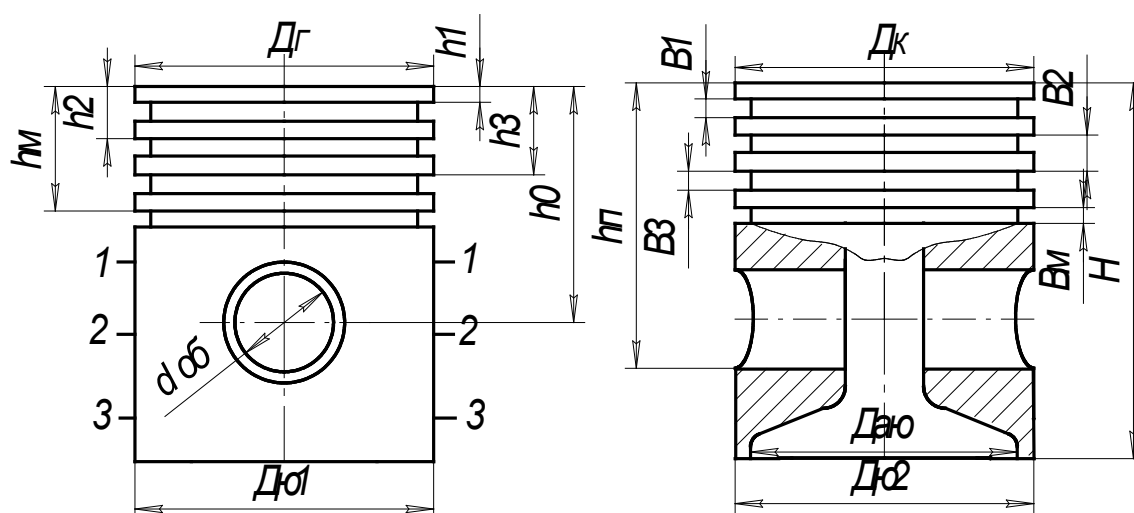


Рис.5. Чертеж поршня

Таблица 3

Размер	Номинальный размер	Номинал ремонтного размера			Допуск формы или расположения
		1	2	3	
Дг	101d9	101,4	101,9	102,4	Овальн. 0,05 Конусн. 0,10
Дю1	101,5js8	102,0	102,5	103,0	Овальн. 0,08 Конусн. 0,03
Дю2	101,3js9	101,85	102,35	102,85	
Дою	94,5H8	94,5	94,5	94,5	Овальн. 0,5 Тдою
Дк	92h11	92,5	93,0	93,5	Овальн. 0,5 Тдк
доб	28N5				Овальн. 0,003 Конусн. 0,002
В1	3,0D9				Непараллельн. стенок 0,05
В2	3,0D9				
В3	3,0D9				
Вм	4,8D9				
Н	106h14				Непарал.: Тн
Н1	6,0js12				Непарал.: Тн
Н2	12,0js12				
Н3	18,0js12				
hm	24,0js12				
ho	56js10				Непараллельность 0,05/100
hп	70js10				
dp	28h5				Овальность 0,5 Тdp
Поршень ЗИЛ-130					

### Лабораторная работа № 3

#### ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ПОМОЩИ КОНЦЕВЫХ МЕР ДЛИНЫ И РЫЧАЖНО-ЗУБЧАТЫХ ПРИБОРОВ

**Цель:** Ознакомиться с конструкцией концевых мер длины. Научиться измерять детали при помощи концевых мер длины и принадлежностей к ним.

Ознакомиться с конструкцией рычажной скобы, рычажного микрометра, индикатора часового типа, пружинной головкой, индикаторным нутромером и освоить технику измерения при помощи этих приборов.

Для выполнения работы студенту выдаются: набор концевых мер длины №1, принадлежности к концевым мерам, рычажный микрометр, рычажная скоба, пружинная головка со стойкой, нутромер индикаторный, ГОСТ 25347-82, РДМУ-98-77.

**Задание 1.** Освоить технику измерения размеров деталей при помощи концевых мер длины и принадлежностей к ним.



Задание 2. Ознакомиться с конструкцией измерительных головок, рычажного микрометра, рычажной скобы, настроить нужный прибор на нуль, занести паспортные данные в таблицу 3.3 отчета.

Задание 3. Измерить наружный диаметр заданной детали измерительной головкой, или рычажной скобой, или рычажным микрометром (выполнить шесть замеров в трех сечениях и двух взаимно перпендикулярных направлениях, согласно рис.3, а). Результаты измерений занести в таблицу 3.4 отчета.

Задание 4. Ознакомление с устройством индикаторного нутромера, настроить нутромер на нуль и занести паспортные данные в таблицу 3.3 отчета.

Задание 5. Измерить индикаторным нутромером размеры отверстия в трех сечениях и двух взаимно перпендикулярных направлениях. Результаты измерений занести в табл. 3.5 отчета.

Задание 6. Дать заключение о годности по размеру и форме, аналогично, как это предусмотрено для лабораторных работ № 1 и № 2. Допуски формы принимать равными половине допуска на размер детали.

При защите лаб. работы № 3 студент должен уметь:

1. Настраивать на нуль рычажную скобу, рычажный микрометр, измерительные головки на универсальной стойке, индикаторный нутромер.
2. Правильно снимать отсчет по каждому из перечисленных приборов.
3. Определять погрешности формы по результатам измерений.

## Лабораторная работа № 4

### КОНТРОЛЬ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Цель: Ознакомиться с системой допусков и посадок цилиндрических зубчатых передач и методикой контроля параметров зубчатого колеса.

Для работы студенту выдается: цилиндрическое зубчатое некоррелированное колесо, штангенциркуль с ценой 0,05 мм, тангенциальный зубомер, штангензубомер, нормалемер, ГОСТ 1643-81 (СТ СЭВ 641-77), ГОСТ 25346-82 (СТ СЭВ 145-75).

Задание 1. Определить основные параметры некоррелированного зубчатого колеса и результаты занести в табл. 7.1 отчета.

- 1.1. Определить число зубьев зубчатого колеса, подлежащее контролю.
- 2.2. Измерить штангенциркулем наружный диаметр зубчатого венца  $d_{ac}$  и диаметр впадин  $d_{fc}$ .

*Примечание:* При измерении зубчатого колеса с нечетным количеством зубьев необходимо полученную величину диаметра впадин разделить на поправочный коэффициент  $\sin \varphi$ , значение которого приведены в табл. 7.

Таблица 7

	$\sin \varphi$	$z$	$\sin \varphi$	$z$	$\sin \varphi$	$z$	$\sin \varphi$
11	0,98980	25	0,99800	39	0,99920	53	0,99956
13	0,99250	27	0,99825	41	0,99926	55	0,99958
15	0,99450	29	0,99850	43	0,99930	57	0,99962
17	0,99570	31	0,99870	45	0,99940	59	0,99966
19	0,99650	33	0,99890	47	0,99946	61	0,99967
21	0,99720	35	0,99904	49	0,99952	63	0,99968
23	0,99780	37	0,99908	51	0,99957	65	0,99969

1.3. Определить модуль зубчатого колеса по формуле, мм

$$m = \frac{d_{ac}}{z + 2} . \quad (11)$$

Полученную величину модуля округлить до стандартного из ряда: 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,25; 3,5; 3,75; 4,0; 4,25; 4,75; 5,0; 5,25; 6,0; 7,0; 8,0.

1.4. Определить установленную высоту постоянной хорды  $h_c$  в следующей последовательности.

1.4.1. Определить номинальный наружный диаметр  $d_a$  по зависимости

$$d_a = z \cdot m + 2 \cdot m . \quad (12)$$

1.4.2. Определить действительную погрешность измерительной базы

$$k = \frac{d_a - d_{ac}}{2} . \quad (13)$$

1.4.3. Определить номинальную высоту до постоянной хорды. Для некоррегированного зубчатого колеса с углом зацепления  $\alpha = 20\%$  определяют по зависимости

$$\bar{h}_c = 0,7476 \cdot m . \quad (14)$$

1.4.4. Определить установочную высоту постоянной хорды с учетом погрешности базы

$$\bar{h}_{c'} = \bar{h}_c + k . \quad (15)$$

1.5. Определить номинальный размер постоянной хорды. Для зубчатого колеса с углами зацепления  $\alpha = 20\%$  размер постоянной хорды определяют по формуле

$$\bar{S}_c = 1,387 \cdot m . \quad (16)$$

1.6. Определить номинальный размер длины общей нормали. Для некоррегированного зубчатого колеса выполненного с исходным контуром по ГОСТ 13755-81, длину общей нормали можно определить по зависимости, мм

$$W = m [1,476(z_w - 0,5) + 0,014z]$$

(17)

где  $z_w$  - число зубьев в охвате мерителя, которое можно определить по зависимости

$$z_w = 0,111 \cdot z + 0,5 . \quad (18)$$

Полученную величину  $Z_w$  округлить до целого числа по правилам округления.

1.7. Определить величину смещения исходного контура  $E_{нч}$  для чего:

1.7.1. Определить номинальный диаметр окружности впадин по зависимости, мм

$$d_f = z \cdot m - 2,5 \cdot m . \quad (19)$$

1.7.2. Определить действительную величину смещения исходного контура по зависимости, мм

$$E_{нч} = \frac{d_{f2} - d_f}{2} . \quad (20)$$

1.8. По заданию преподавателя принять степень точности для заданного зубчатого колеса.

1.9. По ГОСТ 1643-81 (СТ СЭВ 641-77) найти допуски для параметров характеризующих норму кинематической точности ( $F_q$  и  $F_{vw}$ ), для нормы плавности ( $f_{pt}$ ,  $f_{pb}$ ), для нормы контакта ( $F_\beta$ ).

1.10. Из таблицы 14 ГОСТ 1643-81 выписать для всех видов бокового зазора показатель  $E_{нс}$  (наименьшее дополнительное смещение исходного контура).

Для зубчатых колес наружного зацепления показатель  $E_{нс}$  (верхнее отклонение) записать в мм со знаком минус.

1.11. Из табл. 15 ГОСТ 1643-81 выписать допуск на дополнительное смещение исходного контура для всех видов бокового зазора. Допуск  $T_H$  находить по допуску на радиальное биение зубчатого венца  $F_q$  и записать в мм.

1.12. По величине наименьшего дополнительного смещения ( $E_{нс}$ ) и допуску на смещение исходного контура определить наибольшее смещение исходного контура  $E_{ни}$  по зависимости в мм.

$$E_{нс} = E_{HS} - T_H , \quad (21)$$

где  $E_{нс}$  - верхнее отклонение дополнительного смещения исходного контура с учетом знака;

$T_H$  - допуск на смещение исходного контура.

1.13. Установить вид бокового зазора для заданного зубчатого колеса из условия

$$E_{HS} \geq E_{нч} \geq E_{ни} .$$

Если условие (22) будет обнаружено для нескольких видов бокового зазора, то следует принять тот боковой зазор, у которого среднее отклонение  $E_{нт}$  будет ближе к  $E_{нч}$ .

**Задание 2.** Определить исполнительные размеры параметров зубчатого колеса, влияющих на норму бокового зазора.

2.1. Выписать допустимые смещения исходного контура ( $E_{нс}$ ,  $T_H$  и  $E_{ни}$ ) для выбранного сопряжения, согласно ГОСТ 1643-81.

2.2. Определить допустимые смещения исходного контура с учетом погрешности измерительной базы для чего:

2.2.1. По табл. 8 пособия определить квалитет для наружного диаметра зубчатого колеса, а по ГОСТ 25346-82 (СТ СЭВ 145-75) определить величину допуска  $T_a$  для заданного номинального диаметра и квалитета и записать в табл. Отчета в мм.

2.2.2. По табл. 8 пособия определить допуск радиального биения диаметра выступов  $F_a$  и торцевого биения  $F_T$  и занеси в таблицу отчета, мм.

2.2.3. Определить допустимое наименьшее смещение исходного контура с учетом погрешности базы по зависимости

$$E'_{HS} = |E_{HS}| + 0,35 \cdot F_a \quad . \quad (23)$$

2.2.4. Определить допуск на смещение исходного контура с учетом погрешности базы по зависимости

$$T_{H'} = T_H - 0,5 \cdot T_a - 0,7 \cdot F_a \quad . \quad (24)$$

Таблица 8

**Допуски параметров заготовки зубчатых колес**

Параметры	Степень точности зубчатого колеса							
	5	6	7	8	9	10	11	12
	Квалитеты по ГОСТ 25346-82							
Отверстие зубчатого колеса $T_D$	5	6	7	7	8	8	8	8
Опорные шейки вала $T_d$	5	5	6	6	7	7	8	8
Допуски диаметра наружного цилиндра $T_a$ по квалитету	7	8	8	8	9	9	11	11
Допуски радиального биения зубчатого венца $F_a$ и торцевого биения $F_T$	0,016d+10		0,025d+15		0,04d+25			

*Примечание:* Для определения допуска радиального биения наружного диаметра  $F_a$  и допуска торцевого биения  $F_T$  подставляем размер делительного диаметра d в мм, а результат получается в

микрометрах, например, для зубчатого колеса 7-й степени точности с делительным диаметром  $d=100\text{мм}$  допуск  $F_a = F_T = 0,025 \cdot 100 + 15 = 17\text{мкм} = 0,017\text{мм}$

2.2.5. Определить наибольшее допустимое смещение исходного контура с учетом погрешности установочной базы по зависимости

$$E'_{Hi} = E'_{HS} - T'_H \quad . \quad (25)$$

2.3. Определить предельно допустимые размеры длины общей нормали для принятого вида бокового зазора.

2.3.1. В табл. 16 и 17 (ГОСТ 1643-81) выписать параметры  $E_{wms1}$  и  $E_{wms2}$  и подсчитать верхнее отклонение длины общей нормали. Для зубчатых колес наружного зацепления верхнее отклонение длины общей нормали  $E_{wms}$  записать со знаком минус.

2.3.2. В табл. 18 (ГОСТ 1643-81) выписать допуск на среднюю длину общей нормали. Допуск находят по виду допуска на боковой зазор и допуску реального биения зубчатого венца.

2.3.3. Определить нижнее отклонение на среднюю длину общей нормали  $E_{wmi}$  по зависимости:

$$E_{wmi} = E_{wms} - T_{wm} \quad . \quad (26)$$

2.3.4. Определить предельные размеры средней длины общей нормали по зависимости, мм

$$W_{\max} = W + E_{wms} \quad , \quad (27)$$

$$W_{\min} = W + E_{wmi} \quad . \quad (28)$$

где  $W$  – номинальная длина общей нормали, полученная по формуле 17 в мм.

$E_{wms}, E_{wmi}$  - предельные отклонения общей длины общей нормали, мм. Для наружного зацепления со знаком минус.

2.4. Определить предельно допустимые размеры постоянной хорды для принятого вида бокового зазора.

2.4.1. В табл. 20 ГОСТ 1643-81 выписать верхние отклонения постоянной хорды  $E_{cs}$ , а в табл. 21 – допуск на постоянную хорду  $T_c$

2.4.2. Определить наибольшее уменьшение постоянной хорды по зависимости

$$E_{ci} = E_{cs} - T_c \quad . \quad (29)$$

2.4.5. Определить предельно допустимые размеры толщины зуба по постоянной хорде по зависимости

$$\bar{S}_{c\max} = \bar{S}_c + E_{cs} \quad , \quad (30)$$

$$\bar{S}_{c\min} = \bar{S}_c + E_{ci} \quad (31)$$

**Задание 3.** Измерить параметры зубчатого колеса, влияющие на норму бокового зазора и дать заключение.

3.1. Измерить длину общей нормали зубомерным инструментом.

3.1.1. По номинальной длине общей нормали выбрать микрометрический зубомер, настроить его на ноль, по установочной мере, если микрометр с пределом измерения более 25 мм.

3.1.2. Измерить длину общей нормали не менее 10 раз, охватывая при измерении число зубьев равное  $Z_w$ .

3.1.3. Подсчитать среднюю длину нормали, для чего сложить все результаты измерений и разделить сумму на количество измерений ( $W_m$ ).

По средней длине общей нормали дать заключение о годности колеса по норме бокового зазора, для чего необходимо сравнить размер  $W_m$  с предельно допустимыми размерами длины нормали, полученными по формулам 27 и 28. Если результат измерений окажется меньше  $W_{\min}$ , то в заключении следует записать: «По норме бокового зазора по параметру  $W_m$  для сопряжения ... зуб изношен (или занижен для нового колеса) на ... мм». Если обнаружено условие  $W_{\min} \leq W_m \leq W_{\max}$ , то в заключении следует сделать аналогичную запись, указать «Колеса находится в пределах допуска».

Если окажется, что  $W_m > W_{\max}$ , то в отчете следует сделать аналогично первому случаю запись и указать «Зуб завышен на ... мм».

3.1.4. Определить колебания длины общей нормали  $F_{vwr}$  как разность между наибольшим и наименьшим размерами длины общей нормали, полученных при измерении зубчатого колеса. В отчете выполнить заключение по норме кинематической точности из условия, если  $F_{vwr} \geq F_{vw}$ , то следует сделать запись: «По норме кинематической точности, по параметру  $F_{vwr}$  зубчатое колесо выполнено грубее ... степени», если  $F_{vwr} \leq F_{vw}$ , то колесо считать соответствующим заданной степени точности.

3.2. Измерить смещение исходного контура тангенциальным зубомером и дать заключение о годности по норме бокового зазора.

3.2.1. Ознакомится с конструкцией тангенциального зубомера, подобрать установочный ролик в соответствии с модулем зубчатого колеса и настроить прибор на ноль. Для настройки прибора на ноль необходимо измерительные наконечники прибора установить так, чтобы губки измерительных наконечников касались установочного ролика своей серединой и в этом положении зафиксировать измерительные наконечники. Установочный ролик уложить на призму, в гнездо прибора установить индикатор часового типа так, чтобы стрелка прибора сделала один оборот, а малая стрелка была бы на единице, в этом положении зафиксировать индикатор и шкалу установить на ноль.

3.2.2. Измерить три зуба под углом  $120^\circ$ , если при измерении большая стрелка прибора перейдет за ноль, а малая стрелка перейдет за единицу, то такие отклонения записывать со знаком минус, например  $-0,15$  мм.

3.2.3. Дать заключение о годности зубчатого колеса. Подсчитать средний размер смещения исходного контура и сравнить  $E_{nt}$  с предельно

допустимыми смещениями исходного контура с учетом погрешности измерительной базы. Если  $E'_{ns} \geq E_{nm} \geq E'_{ni}$ , то в отчете записать: «По норме бокового зазора по параметру  $E_{nc}$  для сопряжения ...зуб находится в пределах допуска». Если  $E_{nm} \leq E_{ns}$ , то в отчете делается аналогичная запись и в результате указывается: «Зуб изношен на ... мм». Если  $E_{nm} > E_{ns}$ , то в отчете следует в заключении записать: «Зуб завышен на ... мм».

3.3. Измерить толщину зуба по постоянной хорде штангензубомером.

Штангензубомером измерить также три зуба через  $120^\circ$ , которые измерялись тангенциальным зубомером.

3.3.1. На высотной линейке штангензубомера установить высоту постоянной хорды с учетом погрешности измерительной базы, т. е.  $h'_c$ .

3.3.2. Установить высотную линейку на вершину зуба, измерительные губки довести до соприкосновения с боковыми поверхностями зуба и при помощи винта доводки выбрать зазор.

3.3.3. Определить средний размер толщины зуба по постоянной хорде  $S_{cm}$  и сравнить его с предельно допустимыми размерами постоянной хорды. Если  $\bar{S}_{cm} < \bar{S}_{c\min}$ , то в заключении следует записать: «По норме бокового зазора по параметру  $\bar{S}_{cm}$  для сопряжения ... зуб изношен (занижен) на ... мм».

При  $\bar{S}_{cm} > \bar{S}_{c\max}$ , записать: «Зуб завышен на ... мм».

Если  $\bar{S}_{c\max} \geq \bar{S}_{cm} \geq \bar{S}_{c\min}$ , то в отчете записать «Зуб находится в пределах допуска».

4. Оформить рабочий чертеж зубчатого колеса. Образец приведен на рис. 11. Рабочий чертеж зубчатого колеса оформляется в соответствии с ГОСТ 2.403-75 (СТ СЭВ 859-68).

Чертеж зубчатого колеса должен содержать изображение зубчатого колеса и таблицу параметров.

На изображении зубчатого колеса нанести размер посадочного отверстия с допуском, согласно табл. 8 настоящего пособия; диаметр выступов с допуском как для основного вала; ширину венца и ступицы с допуском, шероховатость рабочих поверхностей зубьев, наружного диаметра, торцевых поверхностей ступицы и посадочного отверстия. Шероховатость поверхностей зубчатого колеса наносить согласно табл. 9 пособия; допуск торцевого биения ступицы и радиального биения наружного диаметра.

Таблица 9

**Шероховатость поверхностей зубчатого колеса**

Наименование поверхности	Степень точности колеса					
	5	6	7	8	9	10
	шероховатость $R_a$ , мкм					
Рабочих поверхностей	0,63	0,63	1,25	3,2	6,3	6,3

зубьев						
Посадочных поверхностей отв./вал	$\frac{0,4}{0,2}$	$\frac{0,8}{0,4}$	$\frac{0,8}{0,4}$	$\frac{0,8}{0,4}$	$\frac{1,6}{0,8}$	$\frac{1,6}{0,8}$
Торцевые поверхности ступиц	1,6	1,6	1,6	3,2	3,2	3,2
Диаметр ступиц	3,2	3,2	3,2	6,3	56,3	12,5

Допуск на наружный диаметр колеса назначать в зависимости и от того, что используется для контроля нормы бокового зазора у зубчатого колеса. Если наружный диаметр используется в качестве измерительной базы (контроль смещения исходного контура тангенциальным зубомером, постоянной хорды штангензубомером, окружного шага шагомером и т. д.), то в этом случае допуск на наружный диаметр и радиальное биение зубчатого венца назначать по табл. 8 настоящего пособия. Если наружный диаметр не используется в качестве измерительной базы (контроль длины нормали; контроль смещения исходного контура по роликам или межцентромером), то в этом случае допуск на наружный диаметр назначают не более  $0,1m$  для зубчатых колес 5 - 8 степени, или  $0,2m$  для зубчатых колес 9 - 12 степеней точности.



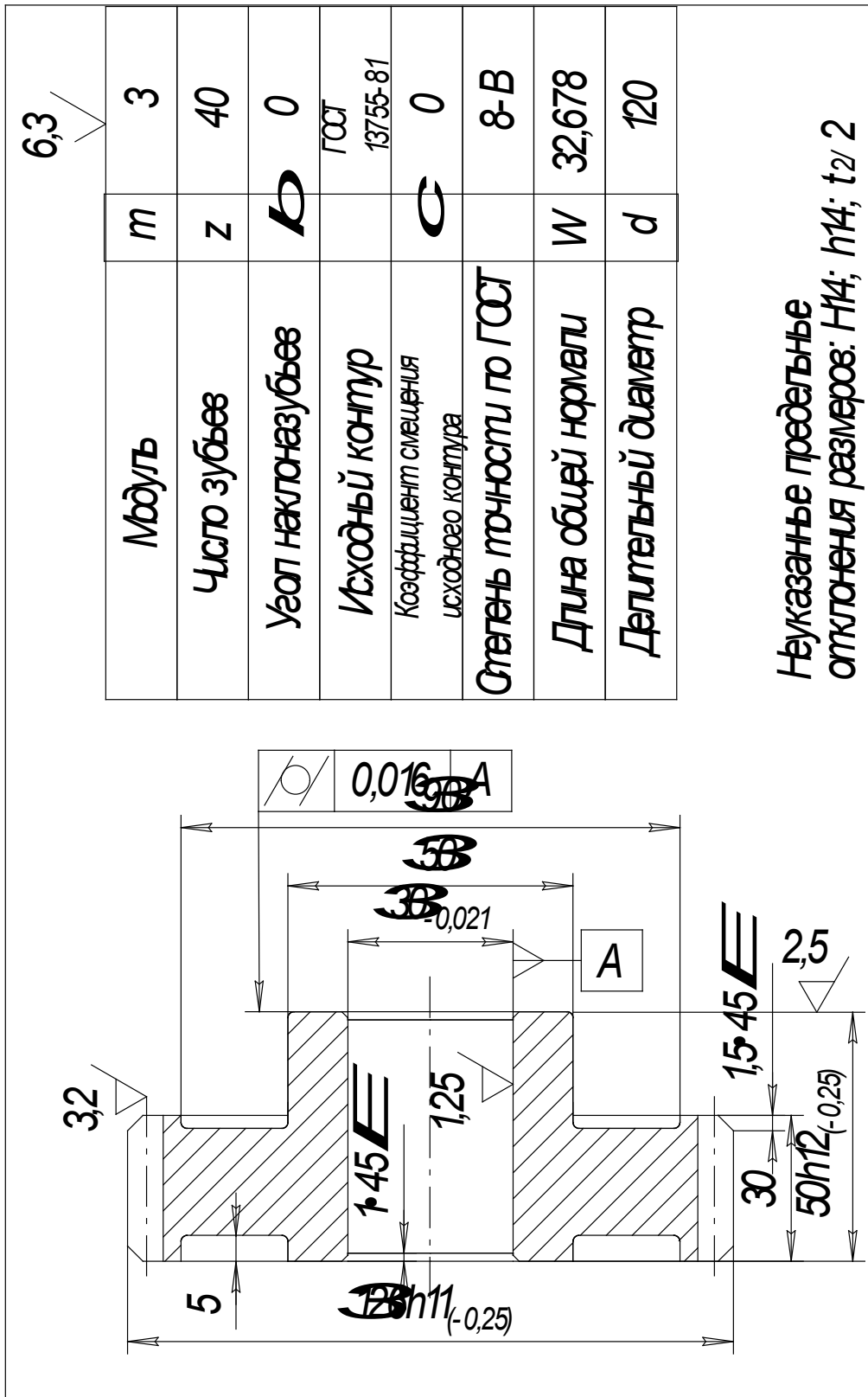


Рисунок 8

Полученную величину допуска  $T_a$  округлять до стандартных по ГОСТ 25346-82 (СТ СЭВ 145-75) в меньшую сторону. Отклонение на наружный диаметр назначать как для основного вала:  $h7$ ;  $h8$ ;  $h9$ ;  $h10$ ;  $h11$ ;  $h12$ ;  $h13$ .

Допуск радиального биения назначать для диаметра, не используемого в качестве измерительной базы, не грубее  $0,1m$ .

Торцевое биение ступицы принимать по табл. 8. Допуск цилиндричности посадочного отверстия принимать не более  $\frac{1}{3}T_D$  (допуска на размер отверстия). Допуск на ширину зубчатого венца для зубчатых колес 5 - 7 степеней принимать по  $h11$ , а для степеней точности 8 -12 - по  $h12$ .

Таблица параметров должна располагаться в правом верхнем углу чертежа и состоять из трех частей.

В первой части таблицы поместить основные данные, необходимые для изготовления зубчатого колеса: модуль  $m$ ; число зубьев  $z$ ; угол наклона зуба  $\beta$ ; для косозубого колеса – направление зуба; исходный контур (по ГОСТ 13755-81), коэффициент смещения исходного контура  $\chi$  (для некоррегированных зубчатых колес  $\chi = 0$ ); степень точности и вид бокового зазора.

Во второй части таблицы привести параметр, необходимый для контроля нормы бокового зазора, один из следующих: длина общей нормали с предельными отклонениями ( $W_{-E_{wmi}}^{-E_{wms}}$ ); наибольшее ( $E_{HI}$ ) и наименьшее ( $E_{HS}$ ) смещение исходного контура; толщина зуба по постоянной хорде ( $\bar{S}_{c-Eci}^{-Ecs}$ ) и установочная высота постоянной хорды  $\bar{h}_c$ ; размер по ролика с предельными отклонениями ( $M_{-Emi}^{-Ems}$ ).

В третьей части таблицы заносят справочные данные: делительный диаметр ( $d$ ), шаг винтовой линии ( $P$ ) и другие параметры, необходимые для контроля зубчатого колеса или настройки станка.

#### Литература к лаб. работе № 4

Ю.В.Димов *Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов.* 3-е изд.-СПб.: Питер, 2010 -464 с.

Берков В. И. *Технические измерения: Альбом.* М.: Высшая школа, 1977. С. 152 - 159; 168 – 169.

Для защиты лаб. работы № 4 студент должен знать:

1. Как обозначаются степени и боковой зазор зубчатых колес?
2. Уметь определять исполнительные размеры длин общей нормали, постоянной хорды, предельные размеры смещения исходного контура.

3. Знать как назначается допуск на наружный диаметр.
4. Уметь измерять длину общей нормали, постоянную хорду, смещение исходного контура.
5. Учитывать погрешности измерительной базы, если в качестве измерительной базы используется нерабочая поверхность зубчатого колеса.
6. Уметь оформлять рабочий чертеж зубчатого колеса.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	.....
Лабораторная работа №1.....	.....
Лабораторная работа №2.....	.....
Лабораторная работа №3.....	.....
Лабораторная работа №4.....	.....



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЯ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ

Специальность

**20.02.04 Пожарная безопасность**

программа подготовки специалистов среднего звена

Автор: Новикова Н.А., стр. преподаватель

Одобрена на заседании кафедры  
Эксплуатации горного оборудования

(название кафедры)

Зав.кафедрой

(подпись)

Симисинов Д.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 12.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

## Средства измерения и контроля

### Классификация средств измерения и контроля

Средства измерения и контроля, применяемые в машиностроении, классифицируются по различным признакам: по типу и виду контролируемых физических величин; назначению — универсальные и специальные; числу проверяемых параметров при одной установке объекта измерения — одномерные и многомерные; степени механизации и автоматизации процесса измерений — ручного действия, механизированные, полуавтоматические, автоматические.

Классификация средств измерения и контроля по типу контролируемых физических величин представлена на рис.1, а по виду контролируемых физических величин — на рис. 2.



Рис. 1 Классификация средств измерения и контроля по типу физических величин



Рис. 2. Классификация средств измерения и контроля по виду измеряемых

Универсальные измерительные инструменты и приборы нашли широкое применение в условиях единичного и мелкосерийного производства, а также для определения численных величин и отклонений, отклонений от правильной геометрической формы и взаимного расположения поверхностей (при отсутствии специальных приспособлений), при наладке станков, при особо ответственных измерениях во всех видах производств, включая массовое и крупносерийное.

Все средства измерения и контроля, применяемые для измерения линейных величин, можно разделить на контрольно-измерительные инструменты и измерительные приборы.

К первой группе относят:

- инструменты для контроля плоскостности и прямолинейности;
- плоскопараллельные концевые меры длины (плитки);
- штриховые инструменты, воспроизводящие любое кратное или дробное значение единицы измерения в пределах шкалы (штанген инструменты, угломеры с нониусом);
- микрометрические инструменты, основанные на действии винтовой пары (микрометры, микрометрические нутромеры и глубиномеры).

К группе измерительных приборов (вторая группа) относят:

- рычажно-механические (индикаторы, индикаторные нутромеры, рычажные скобы, миниметры);



- оптико-механические (оптиметры, инструментальные микроскопы, проекторы, интерферометры);
- электрические (профилометры и др.). Указанные выше измерительные средства являются точным, дорогостоящим инструментом, поэтому при пользовании им и хранении необходимо соблюдать правила, изложенные в соответствующих инструкциях.

## Штангенинструменты

Штангенинструменты являются распространенными в машиностроении видами измерительного инструмента. Их применяют для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин, глубин и т. д.

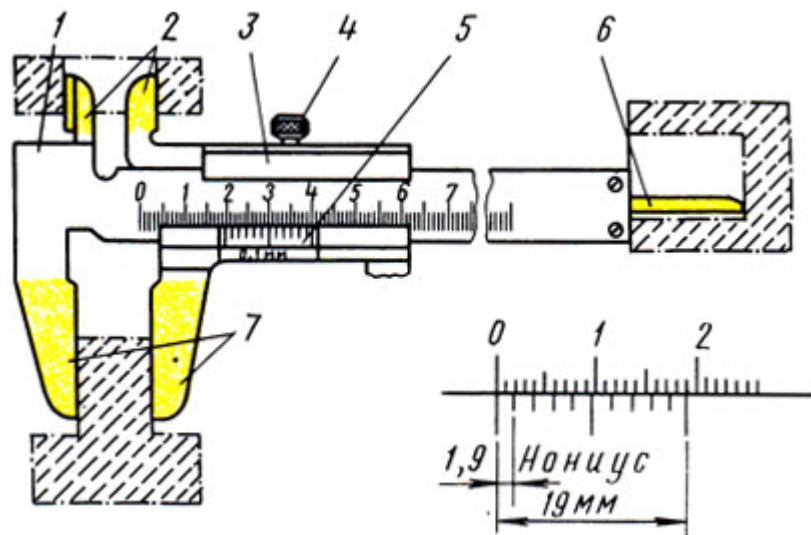


Рис. 3. Штангенциркуль ШЦ-I: 1 - штанга, 2,7 - губки, 3 - подвижная рамка, 4 - зажим, 5 - шкала нониуса, 6 - линейка глубиномера

Штангенциркули применяют трех типов: ШЦ-I, ШЦ-II и ШЦ-III. Штангенциркули изготовляют с пределами измерений 0-125 мм (ШЦ-I); 0-160 (ШЦ-II); 0 - 400 (ШЦ-III) и с величиной отсчета 0,1 мм (ШЦ-I); 0,05 (ШЦ-II и ШЦ-III).

Штангенциркуль ШЦ-I (рис. 3) применяют для измерения наружных, внутренних размеров и глубин с величиной отсчета по нониусу 0,1 мм. Штангенциркуль имеет штангу 1, на которой нанесена шкала с основными миллиметровыми делениями. На одном конце этой штанги имеются измерительные губки 2 и 7, а на другом конце линейка 6 для измерения глубин. По штанге перемещается подвижная рамка 3 с губками.

Рамку в процессе измерения закрепляют на штанге зажимом 4. Нижние губки 7 служат для измерения наружных размеров, а верхние 2 - для внутренних размеров. На скошенной грани рамки 3 нанесена шкала 5 с дробными делениями, называемая нониусом. Нониус предназначен для определения дробной величины цены деления штанги, т. е. для определения доли миллиметра. Шкала нониуса длиной 19 мм разделена на 10 равных частей; следовательно, каждое деление нониуса равно  $19 : 10 = 1,9$  мм, т. е. оно короче расстояния между каждыми двумя делениями, нанесенными на шкалу штанги, на 0,1 мм ( $2,0 - 1,9 = 0,1$ ). При сомкнутых губках начальное деление нониуса совпадает с нулевым штрихом шкалы штангенциркуля, а последний - 10-й штрих нониуса - с 19-м штрихом шкалы.

При измерении губки 7 должны прилегать друг к другу без просветов. Перед измерением при сомкнутых губках нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать. При отсутствии просвета между губками для наружных измерений или при небольшом просвете (до 0,012 мм) должны совпадать нулевые штрихи нониуса и штанги. При измерении деталь берут в левую руку, которая должна находиться за губками и захватывать деталь недалеко от губок (рис. 4, а). Правая рука должна поддерживать штангу, при этом большим пальцем этой руки перемещают рамку до соприкосновения с проверяемой поверхностью, не допуская перекоса губок и добиваясь нормального измерительного усилия.

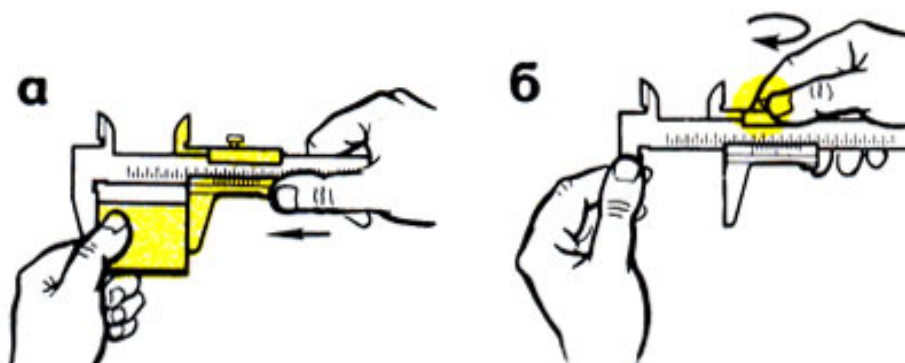


Рис. 4. Приемы измерения: а - установка инструмента на деталь, б - закрепление рамки

Рамку закрепляют зажимом большим и указательным пальцами правой руки, поддерживая штангу остальными пальцами этой руки; левая рука при этом должна поддерживать нижнюю губку штанги

(рис. 4, б). При чтении показаний штангенциркуль держат прямо перед глазами (рис. 5, а). Целое число миллиметров отсчитывают по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса. Дробная величина (количество десятых долей миллиметра) определяется умножением величины отсчета (0,1 мм) на порядковый номер штриха нониуса, не считая нулевого, совпадающего со штрихом штанги. Примеры отсчета показаны на рис. 5 б.

Штангенциркуль ШЦ-II (рис. 6, а) с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм предназначен для наружных и внутренних измерений и разметки. Это инструмент высокой точности. Верхние губки штангенциркуля заострены и используются для разметочных работ.

Для точной установки подвижной рамки относительно штанги штангенциркуль снабжен микрометрической подачей (винт и гайка).

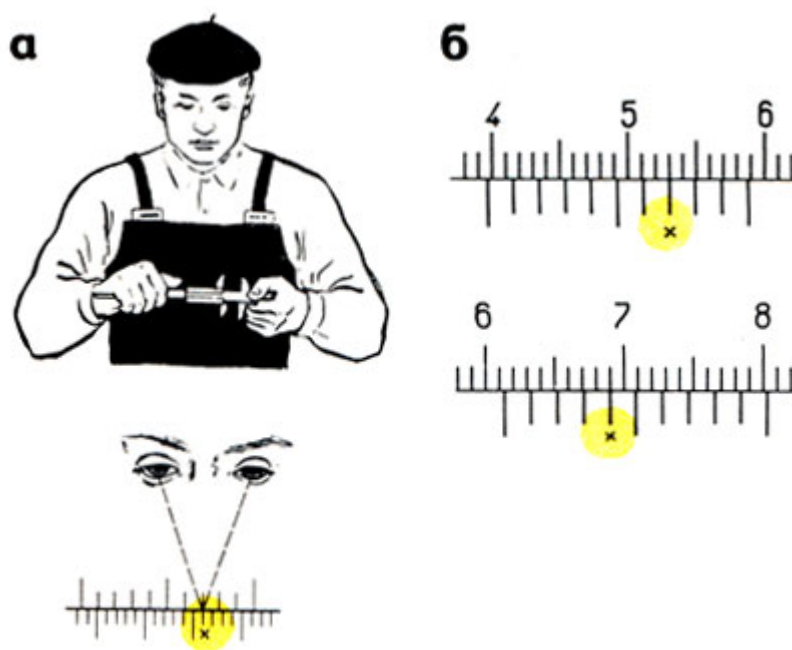


Рис. 5. Чтение показаний штангенциркуля: а - положение глаз, б - примеры отсчета размера:  $39 + 0,1 \times 7 = 39,7$ ;  $61 + 0,1 \times 4 = 61,4$

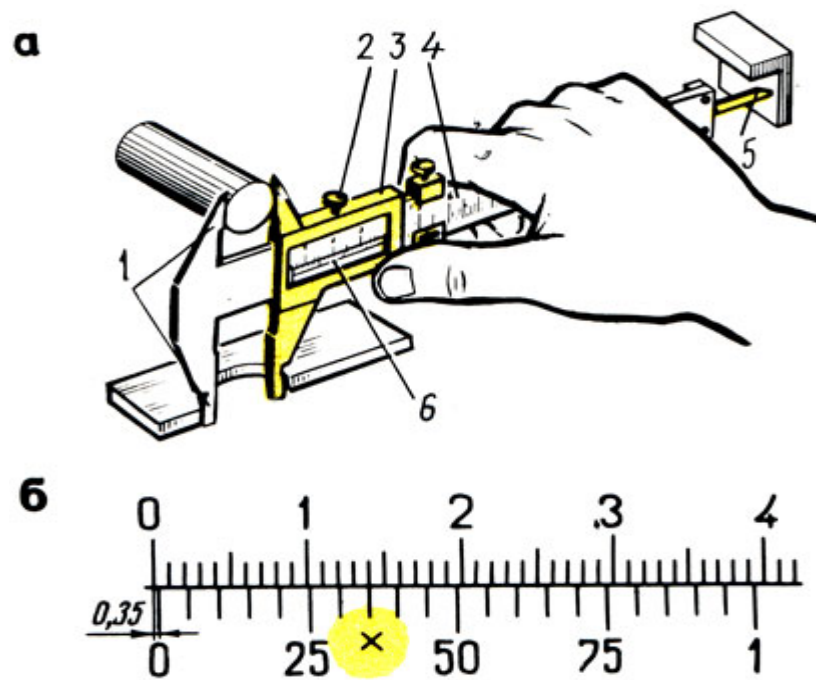


Рис. 6. Штангенциркуль ШЦ-11: а - устройство, б - пример отсчета, 1 - губки, 2 - зажимы, 3 - рамка, 4 - штанга ( $0,05 \times 7 = 0,35$ ); 5 - глубиномер, 6 - шкала нониуса

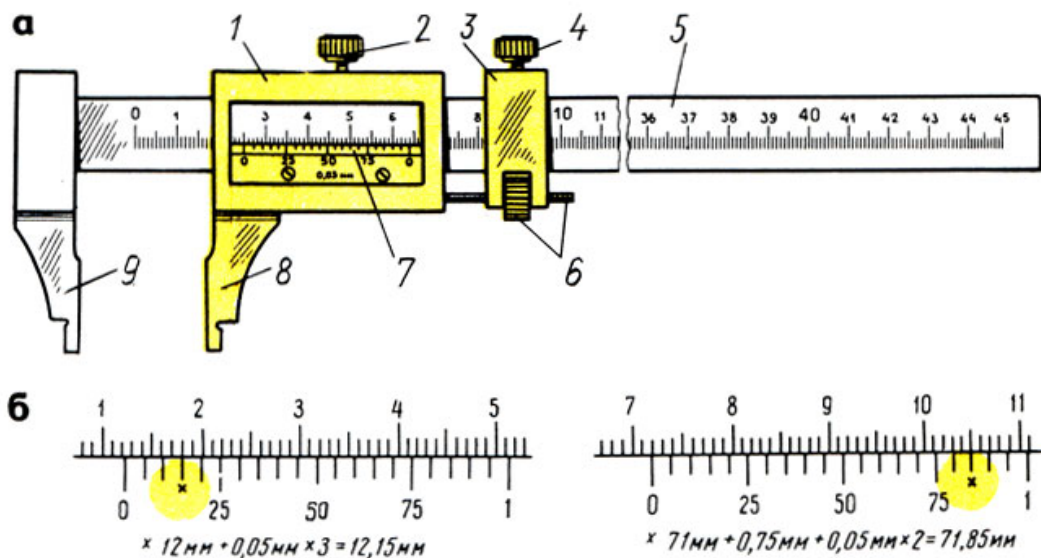


Рис. 7. Штангенциркуль ШЦ-III: а - устройство, б - примеры отсчета; 1 - подвижная рамка, 2 - зажим рамки, 3 - рамка микрометрической подачи, 4 - зажим рамки микрометрической подачи, 5 - штанга с делениями, 6 - микрометрическая подача, 7 - нониус, 8 - подвижная губка, 9 - неподвижная губка

Деления на штанге 4 нанесены через один миллиметр. Шкала нониуса 6 длиной 39 мм разделена на 20 равных частей. Следовательно, каждое деление нониуса равно 1,95 мм ( $39 : 20 =$

1,95), т. е. короче расстояния между каждыми двумя делениями, нанесенными на шкале штанги, на 0,05 мм ( $2 - 1,95 = 0,05$ ).

Перед измерением необходимо убедиться в совпадении нулевого штриха нониуса с нулевым штрихом штанги.

Для грубых измерений рамку 3 перемещают по штанге до плотного прилегания губок 7 к поверхности измеряемой детали и после закрепления зажимом 2 производят отсчёт. Для точной установки штангенциркуля и точных измерений пользуются микрометрической подачей.

На рис. 6, б показан пример определения доли миллиметра нониуса штангенциркуля с величиной отсчета 0,05 мм. Дробная величина 0,35 мм получена в результате умножения величины отсчета (0,05 мм) на порядковый номер штриха нониуса, т. е. седьмого (крестиком указан 7-й штрих нониуса), совпадающего со штрихом штанги, не считая нулевого деления:  $0,05 \text{ мм} \times 7 = 0,35 \text{ мм}$ . Для ускорения отсчета используют цифры нониуса 25, 50 и т.

д., обозначающие сотые доли миллиметра.

Штангенциркуль ШЦ-Ш (рис. 7, а) с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм предназначен для наружных и внутренних измерений. Этот штангенциркуль применяется реже.

Штангенциркуль ШЦ-Ш состоит из подвижной рамки 7, зажима 2 этой рамки, рамки микрометрической подачи 3, зажима рамки микрометрической подачи 4, штанги 5 с миллиметровыми делениями, гайки и винта микрометрической подачи 6, нониуса 7, подвижной измерительной губки 9 и неподвижной измерительной губки 9. Измерение и порядок отсчета выполняют так же, как и по штангенциркулю ШЦ-II (рис. 7, б).

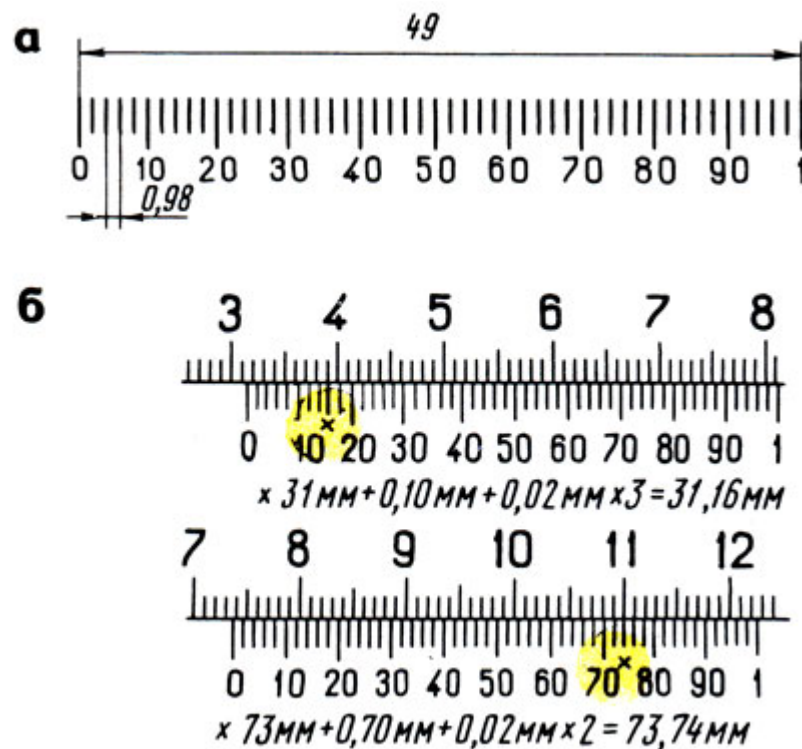


Рис. 8. Нониус штангенциркуля с величиной отсчета 0,02 мм (а), примеры отсчета (б)

Штангенциркули с величиной отсчета по нониусу 0,02 мм промышленностью не выпускаются, но на производстве еще их используют.

Нониус в этом штангенциркуле имеет длину 49 мм (рис. 8, а), разделен на 50 частей. Одно деление нониуса составляет:  $49 : 50 = 0,98$  мм, что на 0,02 мм меньше миллиметра. Устройство нониуса этого штангенциркуля показано на рис. 10, а, а примеры отсчета - на рис. 8, б. При измерении штангенциркулями внутренних размеров к показаниям штангенциркуля добавляется толщина губок, указанная на них.

Штангенглубиномер служит для измерения высот, глубины глухих отверстий, канавок, пазов, выступов. Штангенглубиномеры изготовляют с пределами измерений 0 - 250 (величина отсчета по нониусу 0,05 мм) и 0 - 500 мм (величина отсчета по нониусу 0,1 мм).

Штангенглубиномер (рис. 9, а) состоит из основания 9 с рамкой 8 и нониусом 1, зажима рамки 2, штанги 5 с миллиметровыми делениями, микрометрической подачи (винт 6 и гайка 7) и зажима 3. Измерительными поверхностями штангенглубиномера служит плоское основание 9 и торец 10 штанги.



Перед измерением штангенглубиномером проверяют нулевое положение инструмента. При соприкосновении измерительных поверхностей основания и штанги с плитой (рис. 9, в) или лекальной линейкой (рис. 9, б) нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать.

При измерении основание 9 (рис.9, а) ставят на измеряемую поверхность (рис. 9,г) детали, от которой начинается измерение, и прижимают основание левой рукой к измеряемой поверхности, а правой рукой штангу 5 передвигают от упора в другую поверхность, до которой измеряют расстояние. В этом положении рамку 4 микрометрической подачи стопорят зажимом 3. Затем вращают гайку 7, после чего рамку 8 стопорят зажимом 2.

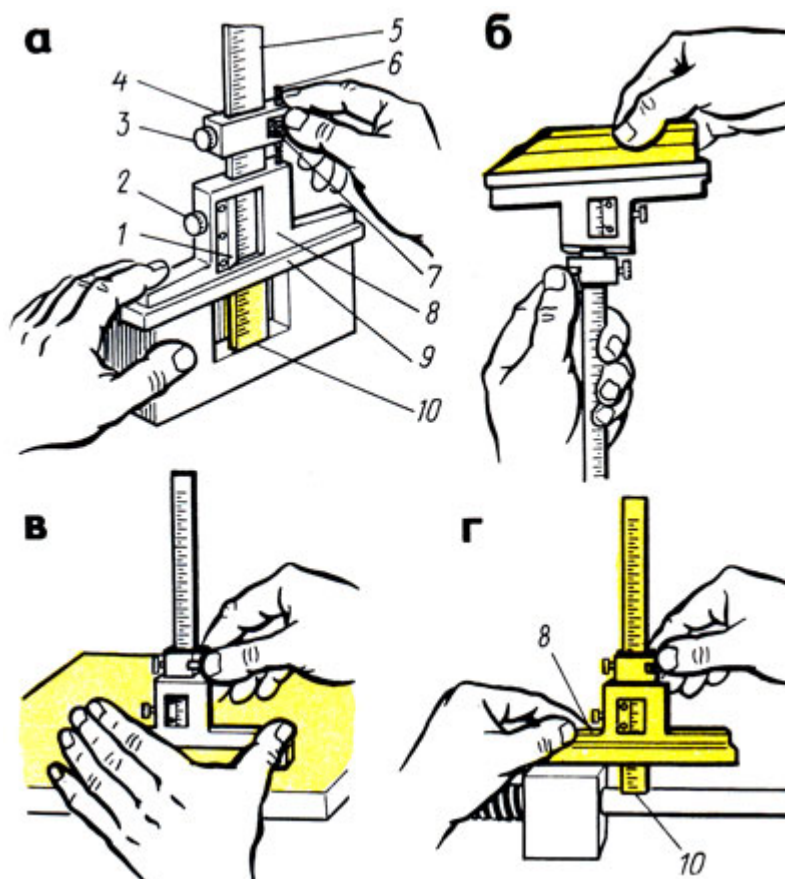


Рис. 9. Штангенглубиномер: а - устройство, б - проверка нулевого положения лекальной линейкой, в - проверка нулевого положения на плите, г - прием измерения; 1 - нониус, 2, 3 - зажимы, 4 - рамка микрометрической подачи, 5 - штанга, 6 - винт микроподачи, 7 - гайка, 8 - рамка, 9 - основание, 10 - торец штанги

Результат измерения отсчитывается так же, как и по штангенциркулю, - по основной шкале (целые миллиметры) и по нониусу 7 (дробные доли миллиметра).

В некоторых случаях для измерения труднодоступных мест применяют штанги с изогнутым концом.

Штангенрейсмасы предназначены для измерения высот от плоских поверхностей и точной разметки.

Штангенрейсмас (рис. 10, а, б) состоит из основания 9 в котором жестко закреплена штанга 8 со шкалой; рамки 7 с нониусом 5 и стопорным винтом 6; устройства для микрометрической подачи 4, включающего движок, винт, гайку и стопорный винт; сменных ножек 7 для разметки с острием и для измерения высоты, с двумя измерительными поверхностями (нижней плоской и верхней в виде острых ребер шириной не более 0,2 мм); стопорного винта 2 для закрепления ножки 1 и державки 3 на выступе рамки 7 для игл различной длины.

Для проверки нулевого отсчета перед использованием штангенрейсмас устанавливают на поверочную плиту и рамку опускают вниз до соприкосновения измерительной поверхности ножки с плитой (рис. 11, а), при этом нулевой штрих шкалы нониуса должен совпадать с нулевым штрихом шкалы. Если штангенрейсмас имеет нижние пределы измерения выше 40 мм, то проверка производится установкой под ножку плоскопараллельных плиток (рис. 11, б). При отсутствии зазора между ножкой и плитой (или концевой мерой, равной нижнему пределу) нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпасть.

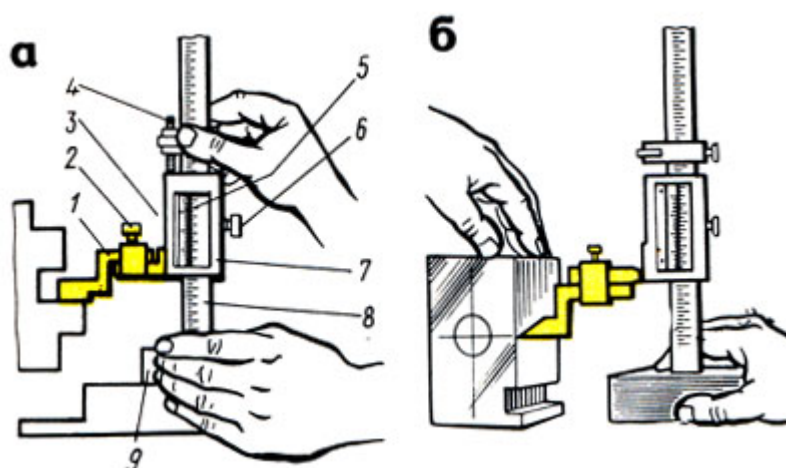


Рис. 10. Штангенрейсмас: а - прием измерения, б - прием разметки; 1 - сменные ножки для измерения, 2, 6 - стопорные винты, 3 - державка, 4 - микроподача, 5 - нониус, 7 - рамка, 8 - штанга, 9 - основание



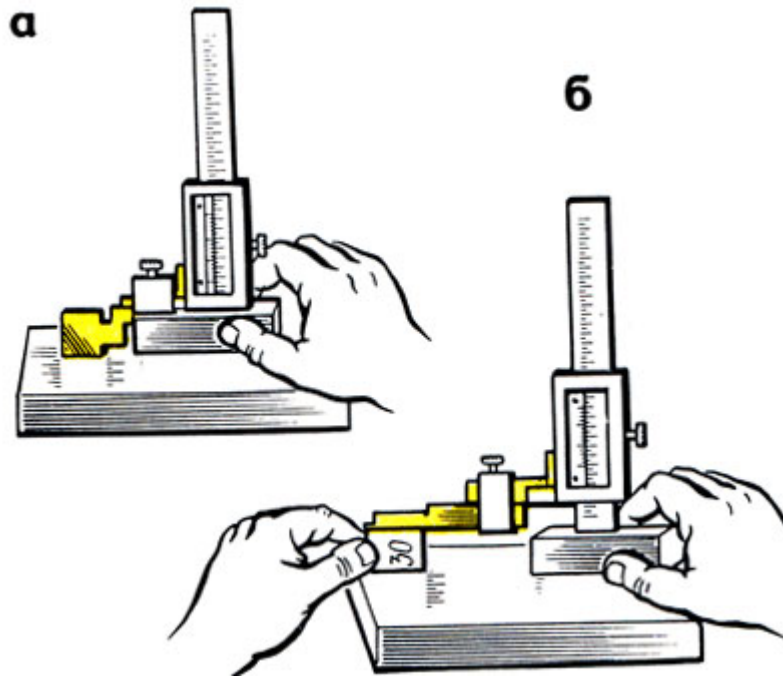


Рис. 11. Проверка нулевого положения штангенрейсмаса: а - на плите, б - при помощи плоскопараллельных концевых мер длины (плиток)

При измерении (см. рис. 10, а) левой рукой прижимают основание к плите и подводят ножку к проверяемой поверхности, затем правой рукой при помощи микрометрической подачи 4 доводят измерительную ножку до соприкосновения нижней части ножки с проверяемой поверхностью. При разметке (см. рис. 10, б) правой рукой устанавливают требуемый размер (высоту), слегка прижимают левой рукой основание к плите, перемещая штангенрейсмас относительно размечаемой детали. Острием ножки наносят риски.

Показания штангенрейсмаса читают так же, как и штангенциркуля. При измерении высоты верхней измерительной плоскостью необходимо к полученному размеру прибавить высоту ножек.

## Микрометрические инструменты

Микрометр - прибор для измерения линейных размеров контактным способом. Изготавливают следующие типы микрометров:

МК - микрометры гладкие для измерения наружных размеров;

МЛ - микрометры листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент;

МТ - микрометры трубные для измерения толщины стенок труб;

МЗ - микрометры зубомерные для измерения зубчатых колес.

Микрометры типа МК выпускают с пределами: 0-5; 0-10; 0-15; 0-25; 25-50 50-75; 75-100; 100-125; 125-150; 150-175; 175-200; 200-225; 225-250 250-275; 275-300; 300-400; 400-500 500 - 600 мм.

Микрометры с верхним пределом измерений 50 мм и более снабжают установочными мерами (цилиндрические стержни, имеющие точную форму).

Микрометр (рис. 12, а) имеет скобу 1 с пяткой 2 на одном конце, втулку-стебель 5 на другом, внутрь которой ввернут микрометрический винт 3. Торцы пятки и микрометрического винта являются измерительными поверхностями. На наружной поверхности стебля проведена продольная линия, ниже которой нанесены миллиметровые деления, а выше ее - полумиллиметровые деления. Винт 3 жестко связан с барабаном 6, на конической части барабана нанесена шкала (нониус) с 50 делениями.

На головке микрометрического винта имеется устройство (трещотка) 7, обеспечивающее постоянное измерительное усилие. Трещотка соединена с винтом так, что при увеличении измерительного усилия свыше 900 гс она не вращает винт, а проворачивается. Для фиксирования полученного размера детали служит стопор 4. Шаг микрометрического винта 3 равен 0,5 мм (рис. 12, б). Так как на скосе барабан 6 по окружности разделен на 50 равных частей (рис. 12, в), то при повороте на одно деление барабана микрометрический винт 3, соединенный с барабаном 6, перемещается вдоль оси на  $1/50$  шага, т. е.  $0,5 \text{ мм} : 50 = 0,01 \text{ мм}$ .

Перед измерением проверяют нулевое положение микрометра. При проверке микрометра с пределами измерения 0 - 25 мм протирают замшей измерительные плоскости пятки и микромет-

рического винта, затем медленно сводят их до соприкосновения. Для этого медленно вращают трещотку 7, пока она не начнет проворачиваться, издавая характерный треск. Медленное вращение трещотки необходимо потому, что скорость вращения винта влияет на величину измерительного усилия.

При проверке микрометров с пределами измерения 25 - 50, 50 - 75 мм и т. д. между измерительными плоскостями микрометрического винта и пятки помещают либо установочную меру 8, либо мерительную плитку, соответствующую нижнему пределу измерения, т. е. 25, 50, 75 и т. д. Измерительные плоскости сближаются так же, как и у микрометров с пределом измерения 0 - 25 мм.

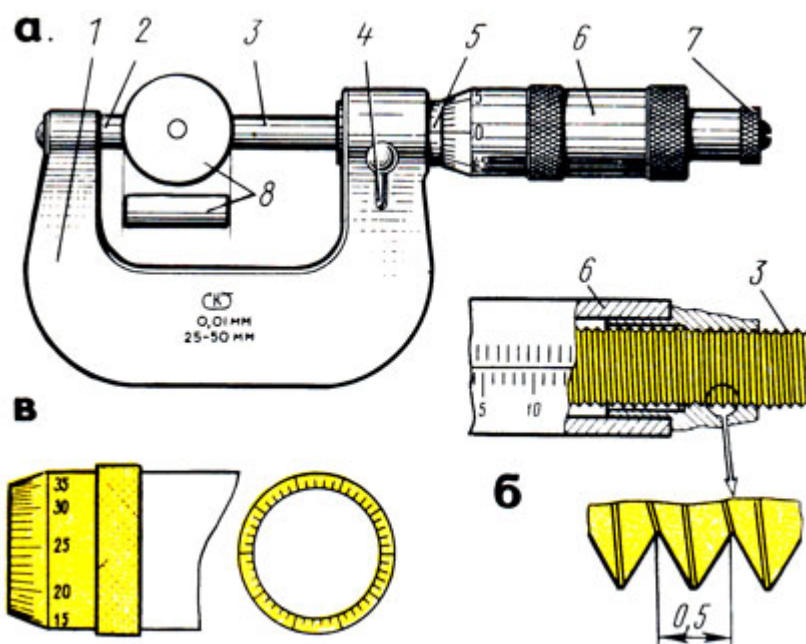


Рис. 12. Микрометр: а - устройство, б - микрометрический винт, в - барабан; 1 - скоба, 2 - пятка, 3 - винт, 4 - стопор, 5 - стемель, 6 - барабан, 7 - трещотка, 8 - установочные меры

Если при проверке окажется, что нулевое деление барабана 6 не совпадет с продольным штрихом на стемеле 5, еще раз выполняют установку на нуль в таком порядке: закрепляют микровинт стопором; разъединяют барабан с микровинтом; устанавливают барабан и закрепляют его; проверяют нулевое положение.

Перекося измерительных поверхностей микрометрического винта при зажатии стопором не должен превышать у микрометров с

пределами измерения до 100 мм - 1 мкм, а для микрометров с пределами измерения более 100 мм - 2 мкм.

Перед измерением проверяемую деталь закрепляют в тисках или в приспособлении, протирают измерительные поверхности и устанавливают микрометр на размер несколько больше проверяемого, затем микрометр (рис. 13, а, в) берут левой рукой за скобу 1, а измеряемую деталь 3 помещают между пяткой 2 и торцом микрометрического винта 4. Плавно вращая трещотку, прижимают торцом микрометрического винта 4 деталь 3 к пятке 2 до тех пор, пока трещотка 5 не начнет провертываться и пощелкивать. Установка микрометра на нуль показана на рис. 15, б.

При измерении диаметра цилиндрической детали линия измерения должна быть перпендикулярна образующей и проходить через центр (рис. 13, в).

При чтении показаний микрометра целые миллиметры отсчитывают по краю скоса барабана по нижней шкале, полу миллиметры - по числу делений верхней шкалы стебля. Сотые доли миллиметра определяют на конической части барабана по порядковому номеру (не считая нулевого) штриха барабана, совпадающего с продольным штрихом стебля.

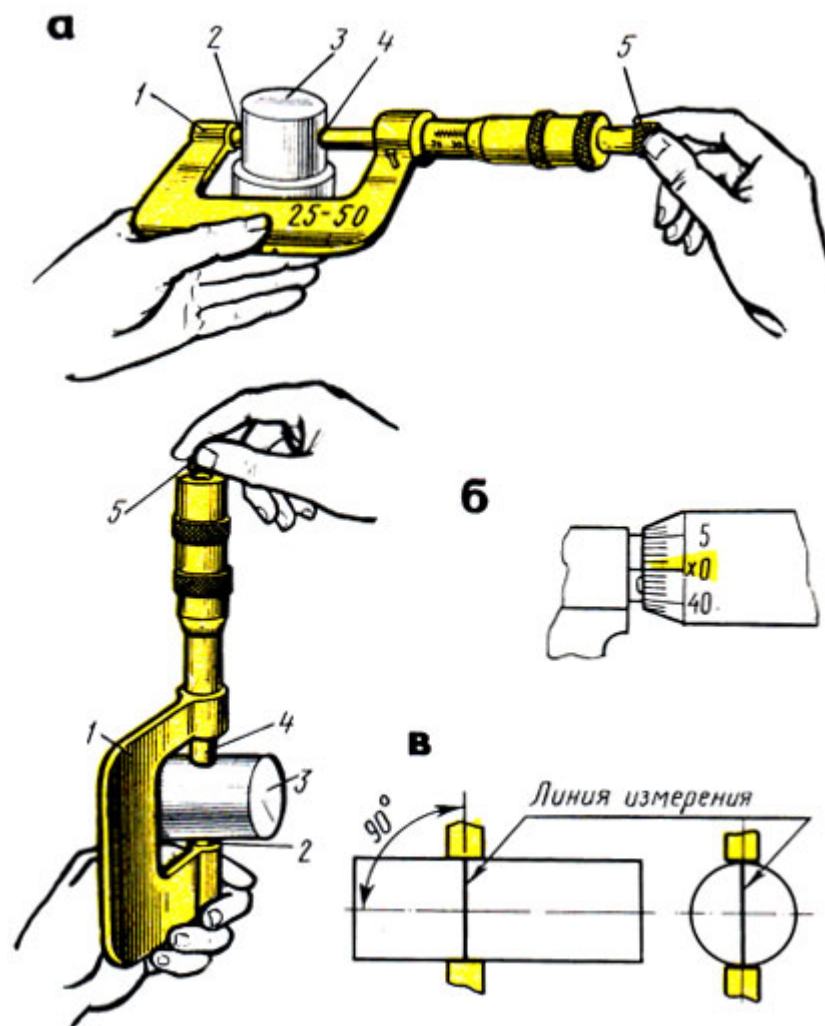


Рис. 13. Приемы использования микрометра: а - измерение деталей в вертикальном и горизонтальном положениях, б - установка микрометра на нуль, в - установка микрометра на деталь

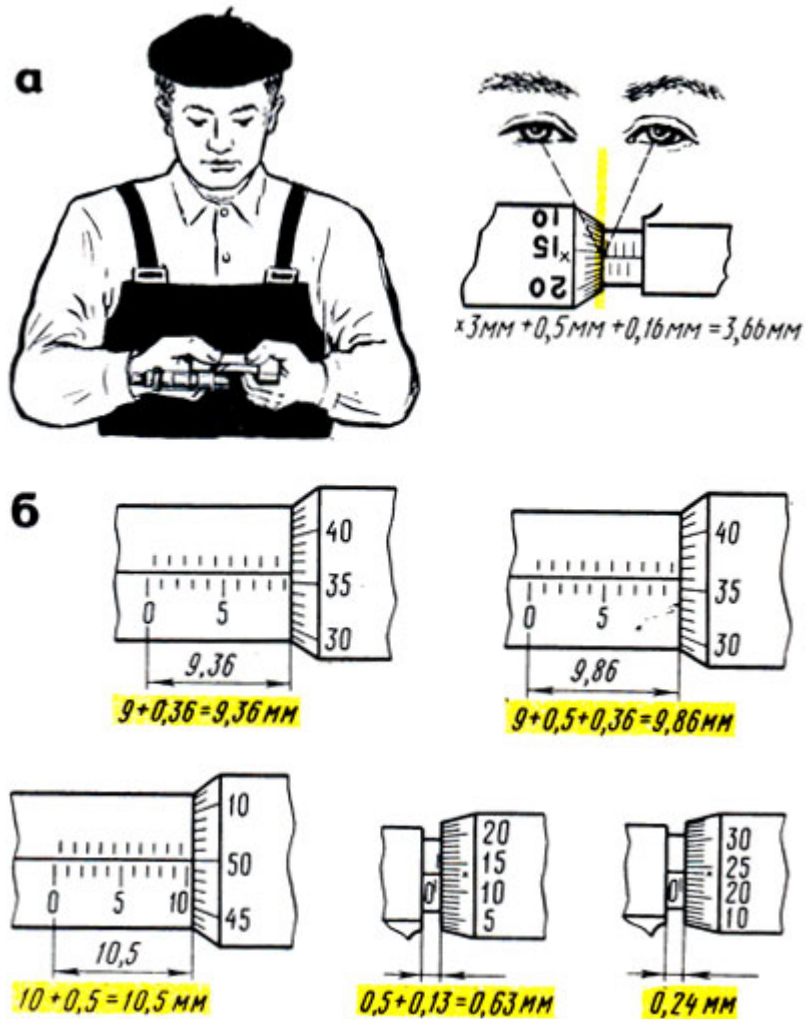


Рис. 14. Чтение показаний микрометра: а - положение глаз, б - примеры отсчета

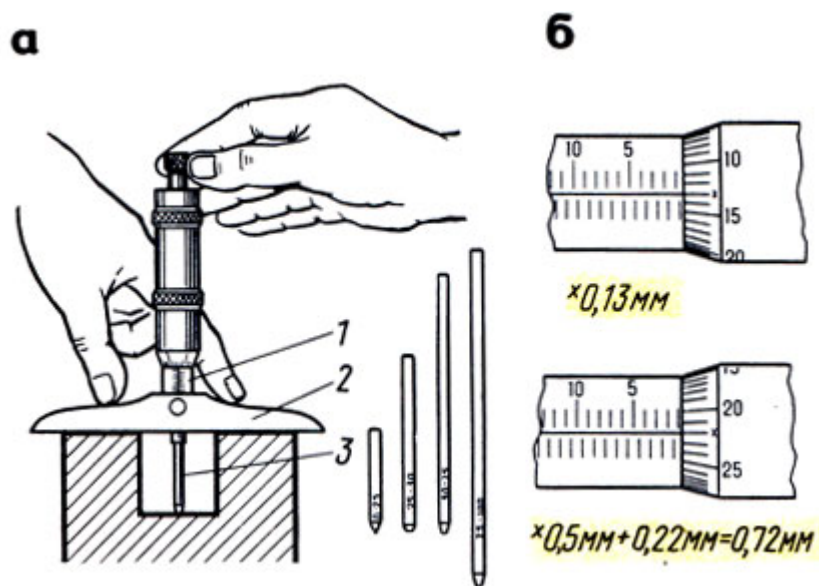


Рис. 15. Микрометрический глубиномер: а - устройство, б - примеры отсчета; 1 - стержень, 2 - основание, 3 - сменные стержни



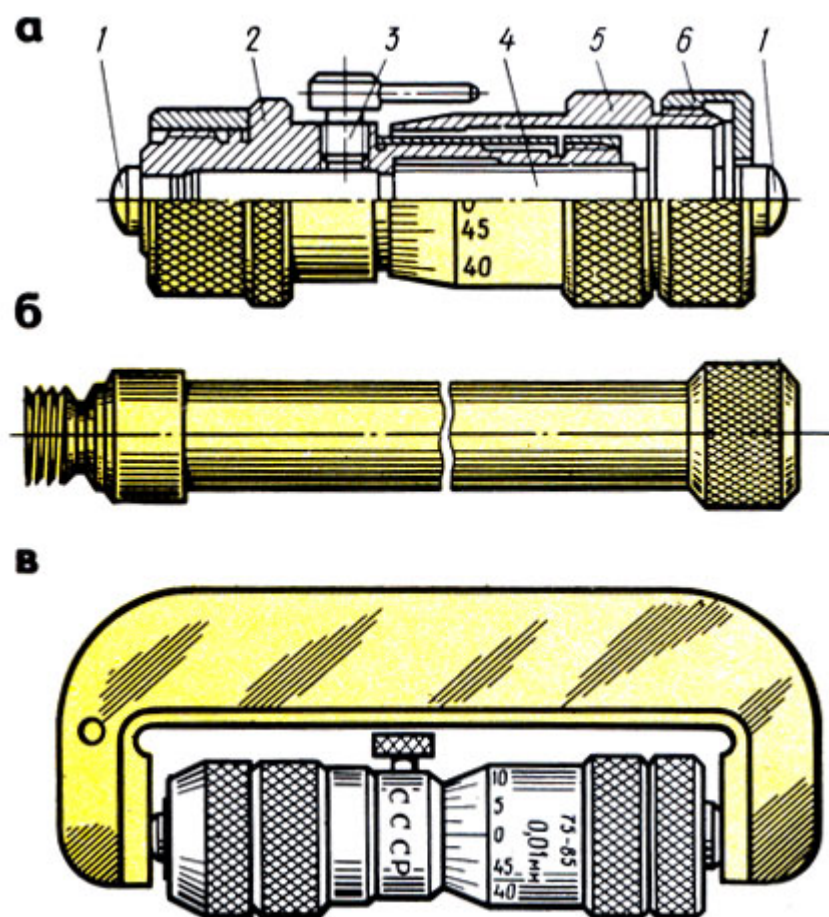


Рис. 16. Микрометрический нутромер (штихмасс): а - устройство, б - удлинительный стержень, в - проверка нулевого положения; 1 - измерительные поверхности, 2 - стебель, 3 - стопор, 4 - микрометрический винт, 5 - барабан, 6 - гайка

При чтении показаний микрометр держат прямо перед глазами (рис. 14, а). Примеры отсчета показаны на рис. 14, б.

Микрометрический глубиномер с точностью измерения 0,01 мм (рис. 15, а) применяют для измерения глубины пазов, отверстий и высоты уступов до 100 мм. Глубиномеры изготавливают со сменными измерительными стержнями для измерений в пределах 0 - 25; 25 - 50; 50 - 75 и 75 - 100 мм. Изменение пределов измерения достигается присоединением сменных стержней. Шаг резьбы микрометрического винта 1 (стебель) - 0,5 мм. Изменение пределов измерений достигается присоединением сменных измерительных стержней 3.

Перед измерением проверяют нулевое положение глубиномера. При измерении левой рукой прижимают основание 2 глубиномера к верхней поверхности детали, а правой при помощи трещотки в конце хода доводят измерительный стержень до соприкосновения с другой

поверхностью детали. Затем стопорят микрометрический винт и читают размер.

При чтении показаний надо иметь в виду, что при ввинчивании микрометрического винта глубиномера показания не уменьшаются, как у микрометра, а увеличиваются. Поэтому цифры на шкале стебля и барабана указаны в обратном порядке: на стебле цифры увеличиваются справа налево, а на барабане - по часовой стрелке (рис. 15, б).

Микрометрический нутромер (штихмасс) с ценой деления 0,01 мм (рис. 16, а) предназначен для измерения внутренних размеров от 50 до 10 000 мм. Микрометрические нутромеры изготавливают с пределами измерений: 50-75; 75-175; 75-600; 150 - 1250; 800-2500; 1250-4000; 2500-6000; 4000-10 000 мм. Нутромеры с пределами измерений 1250 - 4000 мм и более поставляют с двумя головками: микрометрической и микрометрической с индикатором.

Шаг резьбы микрометрической винтовой пары нутромера равен 0,5 мм. Микрометрический нутромер имеет стебель 2 (рис. 16, а), в отверстие которого вставлен микрометрический винт 4. Концы стебля и микрометрический винт имеют сферические измерительные поверхности 1.

На винт насажен барабан 5 с установочной гайкой 6. В установленном положении микровинт закрепляют стопором 3.

Для измерения отверстий размером более 63 мм используют удлинительные стержни (рис. 16, б) с размерами: 25; 50; 100; 150; 200 и 600 мм. Без удлинителей можно измерять размеры от 50 до 63 мм. Перед навинчиванием удлинителя со стебля свинчивают гайку 6, после присоединения удлинителя ее навинчивают на резьбовой конец последнего стержня.

Перед измерением микрометрическую головку устанавливают по установочной мере (скобе) на исходный размер, проверяют нулевое положение, затем выбирают наименьшее количество соответствующих удлинителей.

Измерение нутромером отверстий производят по двум взаимно перпендикулярным диаметрам.левой рукой прижимают измерительный наконечник к одной поверхности, а правой рукой вращают барабан до легкого соприкосновения с другой



поверхностью (рис. 17,а,б). Отыскав наибольший размер, стопорят микровинт и читают размер.

Правильное положение микрометрического нутромера находят покачиванием головки нутромера при легком контактировании измерительных поверхностей с деталью.

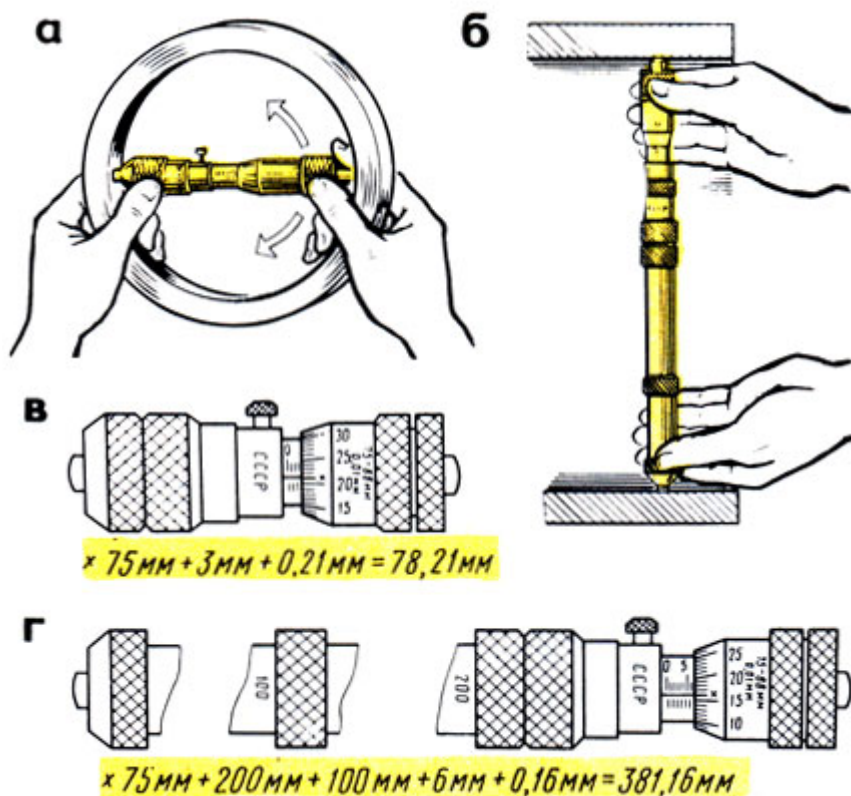


Рис. 17. Приемы измерения: а - цилиндрических отверстий, без применения и с применением удлинителей, б - параллельности деталей, в, г - примеры отсчета

Для отсчета показаний на стебле нутромера имеется шкала длиной 13 мм с полу миллиметровыми и миллиметровыми делениями. Вторая шкала нанесена на конической части барабана, она имеет 50 делений по окружности. По этой шкале и отсчитывают сотые доли миллиметра.

Показания микрометрического нутромера читают так: к предельному размеру микрометрической головки (75 мм) прибавляют показания на стебле (в данном случае 3 мм), а затем показания на скосе барабана (0,21 мм). Следовательно, показание будет  $75\text{ мм} + 3\text{ мм} + 0,21\text{ мм} = 78,21\text{ мм}$  (рис. 17, в).

При чтении показаний с удлинителями к показанию микрометрической головки прибавляют длину удлинителей,

например: к микрометрической головке присоединены удлинители 200 и 100 мм. Показание (рис. 17,г) будет:

$$75 \text{ мм} + 200 \text{ мм} + 100 \text{ мм} + 6 \text{ мм} + 0,16 \text{ мм} = 381,16 \text{ мм.}$$

## Рычажно-механические приборы

Принцип действия рычажно-механических приборов (инструментов) основан на использовании специального передаточного механизма, который преобразует незначительные перемещения измерительного стержня в увеличенные и удобные для отсчета перемещения стрелки по шкале.

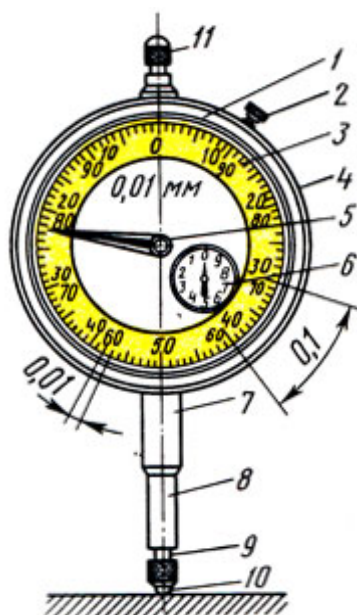


Рис. 18. Индикатор часового типа: 1 - корпус, 2 - стопор, 3 - циферблат, 4 - ободок, 5 - стрелка, 6 - указатель, 7 - гильза, 8 - измерительный стержень, 9 - наконечник, 10 - рабочий конец, 11 - головка

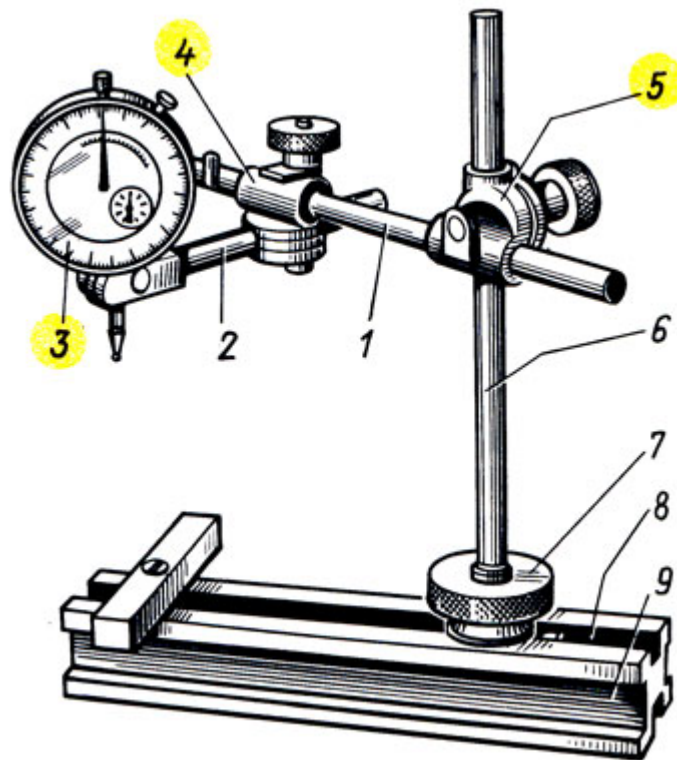


Рис. 19. Универсальная индикаторная стойка: 1,2 - стержни, 3 - индикатор, 4,5 - муфты, 6 - вертикальный стержень, 7 - гайка, 8 - паз, 9 - призма

Индикаторы предназначены для относительного, или сравнительного, измерения и проверки отклонений от формы, размеров, а также взаимного расположения поверхностей детали. Этими инструментами проверяют горизонтальность и вертикальность положения поверхностей отдельных деталей (столов, станков и т. п.), а также овальность, конусность валов, цилиндров и др. Кроме того, индикаторами проверяют биение зубчатых колес, шкивов, шпинделей и других вращающихся деталей (рис. 18).

Индикаторы бывают часового и рычажного типов; шире применяют индикаторы часового типа, которые в сочетании с нутромерами, глубиномерами и другими инструментами используются для измерения внутренних и наружных размеров, параллельности, плоскостности и т. д.

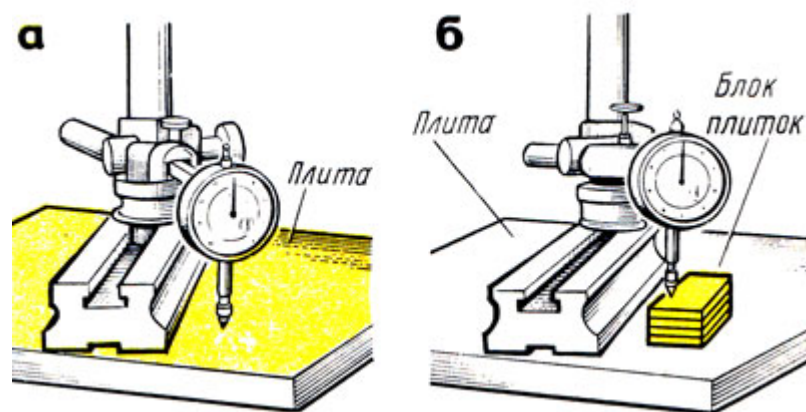


Рис. 20. Установка индикатора в начальное положение: а - соприкосновением с поверхностью стола (плиты), б - с поверхностью установочной меры

Конструкцию индикатора часового типа с зубчатой передачей с ценой деления 0,01 мм изготавливают двух типов: ИЧ - с перемещением измерительного стержня параллельно шкале; ИТ - торцовые с перемещением измерительного стержня перпендикулярно шкале.

Индикаторы типа ИЧ изготавливают следующих типоразмеров: с пределами измерений 0 - 2, 0 - 5 и 0 - 10 мм.

Индикаторы типа ИТ изготавливают с пределами измерений 0 - 2 мм.

Широко применяемый индикатор ИЧ (часового) типа (рис. 18) имеет металлический корпус 1 в форме часов, в котором заключен механизм прибора. Через корпус индикатора проходит измерительный стержень В с выступающим наружу наконечником 9, всегда находящимся под воздействием пружины. Если нажать на стержень снизу вверх, он переместится в осевом направлении и при этом повернет стрелку 5, которая передвинется по циферблату, имеющему шкалу в 100 делений, каждое из которых соответствует перемещению стержня на 1/100 мм. При перемещении стержня на 1 мм стрелка 5 сделает по циферблату полный оборот. Для отсчета целых оборотов служит стрелка указателя 6.

При измерениях индикатор должен быть закреплен жестко относительно исходной измеряемой поверхности.

На рис. 19 изображена универсальная стойка для крепления индикатора. Индикатор 3 при помощи стержней 1 и 2, муфт 4 и 5 закрепляется на вертикальном стержне 6, укрепленном в пазу 8

призмы 9 гайкой 7 с накаткой. При помощи муфт индикатор может быть установлен в любом положении и под разными углами.

При абсолютном (рис. 20, а) или относительном (рис. 20, б) измерении показание индикатора приводят в некоторое начальное положение. При измерении относительным методом закрепленный на стойке индикатор настраивают по блоку плоскопараллельных концевых мер. Для этого измерительный наконечник 9 (см. рис.18) со съемным шариком 10 (он имеет форму проверяемой поверхности) приводят в соприкосновение с поверхностью стола - плиты (см. рис. 20, а) или установочной меры (см. рис. 20, б). Индикатор подводят так, чтобы стрелка его сделала один-два оборота. Таким образом, стержню индикатора дается натяг, чтобы в процессе измерения индикатор мог показать как отрицательные, так и положительные отклонения от начального положения установочной меры. Стрелка при этом устанавливается против какого-либо деления шкалы. Дальнейшие отсчеты ведут от этого показания стрелки, как от начального. Для облегчения отсчетов индикатор устанавливают на нуль поворотом циферблата 3 (см. рис. 18) за рифленый ободок 4 или поворотом головки 11 (при неподвижном циферблате). Установку ободка относительно стрелки фиксируют стопором 2.

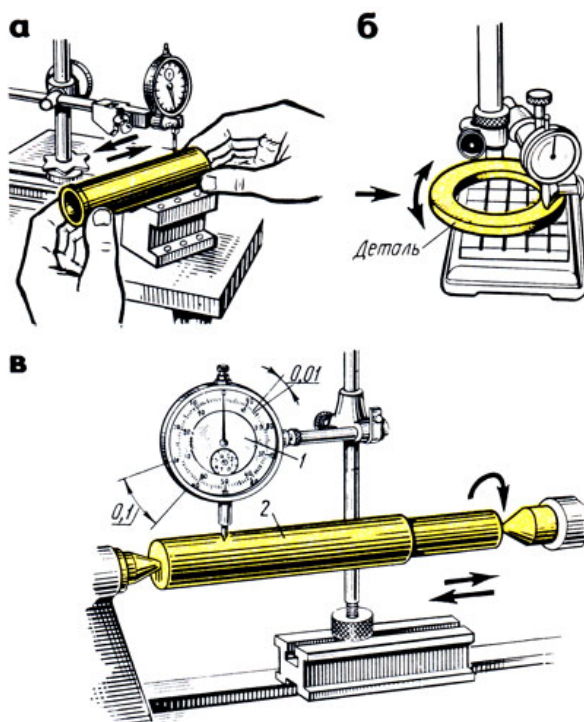


Рис. 21. Приемы проверки индикатором: а, б - перемещением деталей, в - в центрах; 1 - индикатор, 2 - деталь

Для измерения отклонения от заданного размера к детали подводят наконечник индикатора до соприкосновения с измеряемой поверхностью и замечают начальное показание стрелки 5 и указателя 6 на циферблате. Затем перемещают индикатор относительно измеряемой поверхности или измеряемую поверхность относительно индикатора (рис. 21,а,б).

Отклонение стрелки 5 (см. рис. 18) от начального положения покажет величину отклонения в сотых долях миллиметра, а отклонение стрелки указателя 6 - в целых миллиметрах. Для более точной проверки деталь 2 устанавливают в центрах (рис. 21,в) или других приспособлениях.

Индикаторные нутромеры предназначены для внутренних измерений деталей.

Индикаторный нутромер (рис. 22,а) имеет корпус 4, в который вставлена направляющая втулка 2. С одной стороны втулки помещен неподвижный измерительный стержень 7, а с другой - подвижный измерительный стержень 3.

В процессе измерения стержень 3 перемещается и его движение через толкатель 5 передается установленному в трубку 7 вертикальному штоку 6, к которому прижимается наконечник 8 индикатора 9. Прибор снабжается комплектом сменных неподвижных стержней 10.



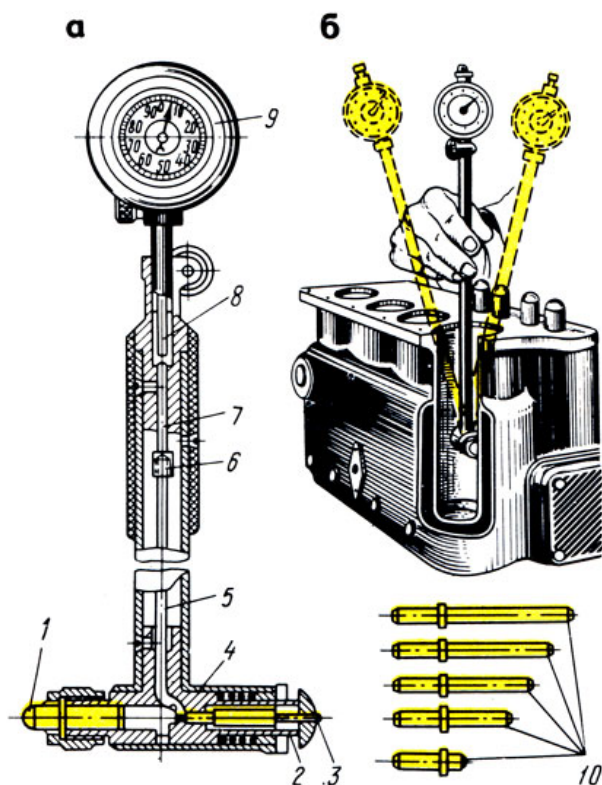


Рис. 22. Индикаторный нутромер: а - устройстве, б - прием измерения; 1,3 - измерительные стержни, 2 - направляющая втулка, 4 - корпус, 5 - толкатель, 6 - шток, 7 - трубка, 8 - наконечник, 9 - индикатор, 10 - сменные стержни

При измерении в зависимости от размера проверяемой детали нутромер ориентировочно настраивают по микрометру, блоку плоскопараллельных концевых мер или установочному кольцу, устанавливая показание на нуль.

Настроенный нутромер правой рукой берут за трубку, вводят в измеряемое отверстие и небольшим покачиванием (рис. 22,б) определяют отклонение от размера, на который был установлен индикаторный нутромер. Допустим, что нутромер был настроен на размер 68 мм (рис. 23,а). Положительные отклонения (0,06), полученные при прямом ходе, отнимают (рис. 23,а), а отрицательные (0,17) - прибавляют (рис. 23,б).

Индикаторные глубиномеры с ценой деления 0,01 мм (рис. 24,а) предназначены для измерения глубины пазов, отверстий, высоты уступов и т. д. Они снабжены набором измерительных стержней.

Измерительные стержни выбирают в зависимости от проверяемого размера и устанавливают в глубиномере. Затем устанавливают индикаторный глубиномер на нуль вращением ободка до совпадения большой стрелки с нулевым штрихом

циферблата. При измерении левой рукой слегка нажимают основание 1 (рис. 24,б) глубиномера, а правой рукой опускают измерительный стержень 4 и после его прикосновения ко дну проверяемой детали определяют отклонение. Отсчет производят так же, как у индикаторных нутромеров: положительное отклонение, полученное при прямом ходе, отнимают от размера, по которому была произведена установка глубиномера, а отрицательное - прибавляют.

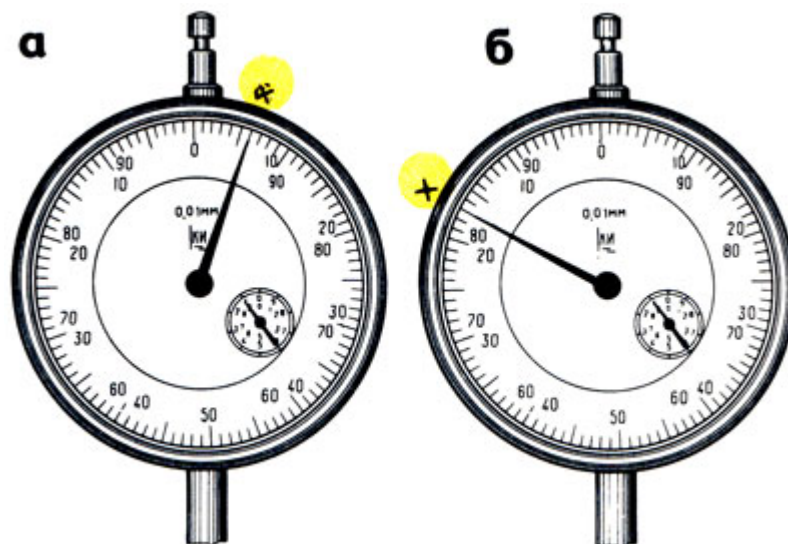


Рис. 23. Примеры отсчета на индикаторном нутромере: а - положительное отклонение, б - отрицательное отклонение

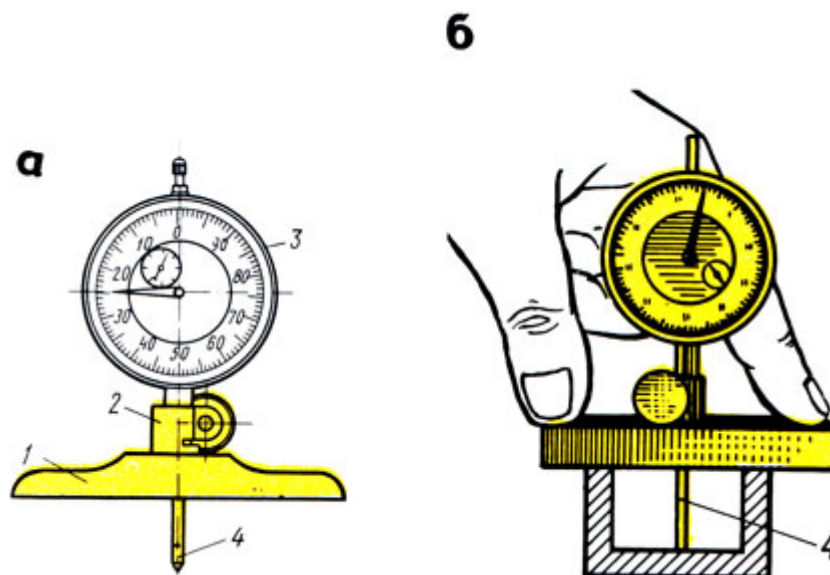


Рис. 24. Индикаторный глубиномер: а - устройство, б - прием проверки; 1 - основание, 2 - державка, 3 - индикатор, 4 - измерительный стержень



## . Инструменты для измерения углов

Для измерения наружных и внутренних углов в слесарном деле применяют угольники, угломеры и угломерные плитки.

Угольники поверочные изготавливают следующих типов: УЛ - лекальные плитки (рис. 25,а), УЛП - лекальные плоские (рис. 25,б), УЛШ - лекальные с широким основанием (рис. 394,а), УЛЦ - лекальные цилиндрические (рис. 25,г), УП - слесарные плоские (рис. 25,д), УШ - слесарные с широким основанием (рис. 25,е).

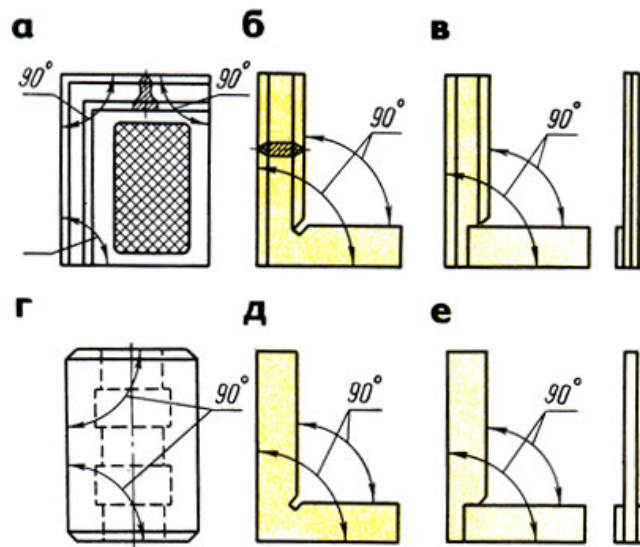


Рис. 25. Угольники: а - УЛ - лекальные плитки, б - УЛП - лекальные плоские, в - УЛШ - лекальные с широким основанием, г - УЛЦ - лекальные цилиндрические, д - УП - слесарные плоские, е - УШ - слесарные с широким основанием

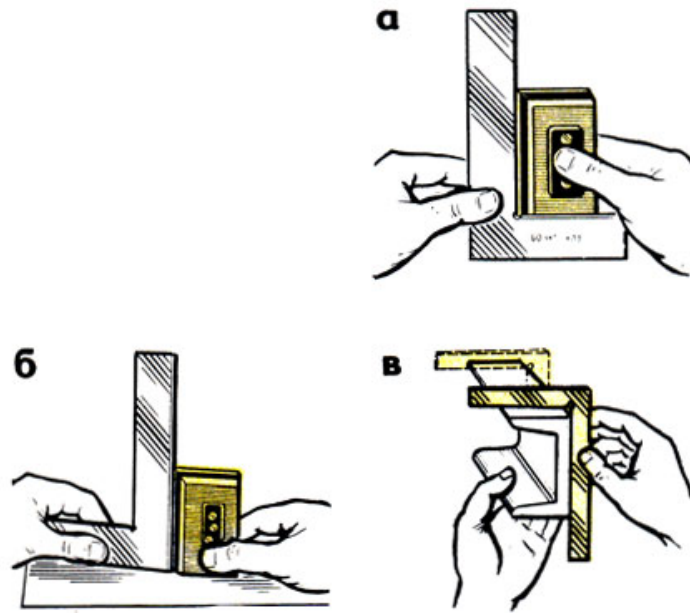


Рис. 26. Проверка углов: а - внутренней части угольника, б - наружной части, в - проверка в нескольких местах

Угольники с широким основанием (аншлажные) отличаются тем, что короткое их основание толще длинной полки. Таким угольником удобно определять отклонения в углах проверяемого изделия способом световой щели (на просвет) при установке изделия на поверочной плите.

Угольники цилиндрические применяют для этой же цели!

Для проверки прямых углов угольник накладывают на проверяемую деталь внутренней частью (рис. 26,а), а для проверки внутреннего угла - наружной частью (рис. 26,б). Наложив и слегка прижимая угольник, совмещают другую сторону угольника с проверяемой стороной детали и по просвету (иногда щупом) судят о точности прямого угла. Измерение производится в нескольких местах (рис. 26, в).

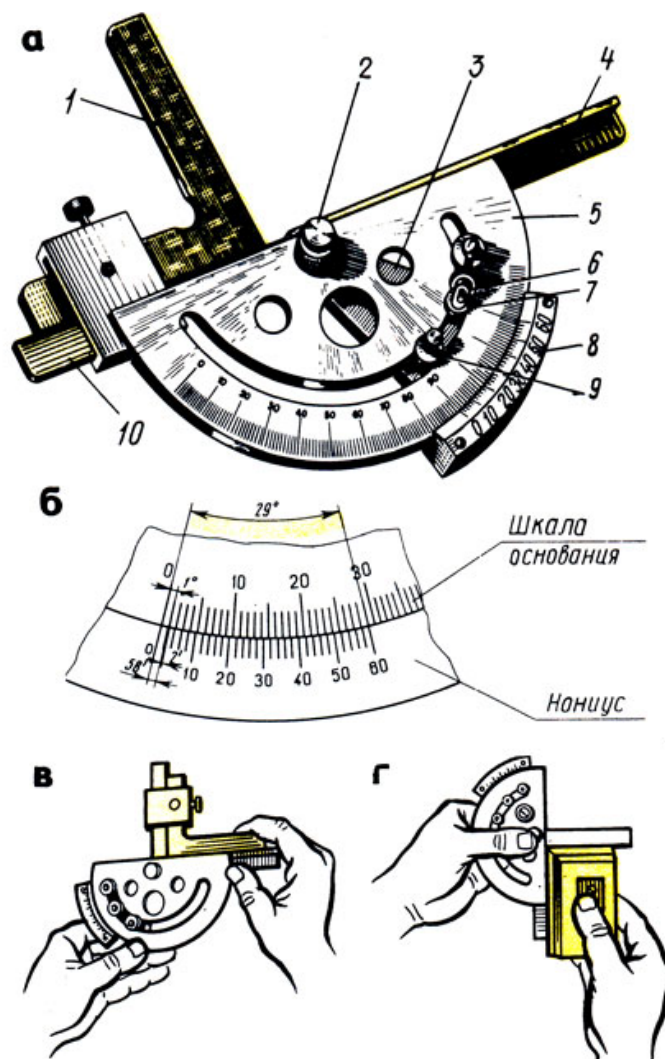


Рис. 27. Угломер УМ и его проверка : а - общий вид, б - устройство нониуса; проверка нулевого положения угломера; в - соединением измерительных поверхностей, г - лекальным угольником; 1 - угольник, 2 - ось, 3 - сектор, 4 - линейка съемная, 5 - основание (полудиск) с градуированной шкалой, 6 - микрометрическая подача, 7 - гайка, 8 - нониус, 9 - стопор, 10 - линейка подвижная

Угломеры предназначены для измерения углов. Изготавливают следующих типов:

УН - для измерения наружных углов от 0 до 180° и внутренних углов от 40 до 180°, УМ - для измерения наружных углов от 0 до 180°.

Угломер типа УМ (рис. 27,а) с величиной отсчета по шкале нониуса 2' (2 угловых минуты) предназначен для измерения наружных углов от 0 до 180°. Угломер имеет полукруглое основание (полудиск) 5 со шкалой угловых градусов, соединенное со съемной

линейкой 4 и подвижной линейкой 10, вращающейся на оси 2 вместе с сектором 3. Точность установки подвижной линейки 10 осуществляется при помощи микрометрической подачи 6 вращением гайки 7 и фиксированием стопором 9.

На секторе 3 закреплен лимб нониуса В, на лимбе сектора - шкала угловых минут. Угол между крайними штрихами шкалы нониуса, равный  $29^\circ$ , разделен на 30 частей (рис. 27,б). Угол между соседними штрихами нониуса  $60 \times 29:30 = 58$ , т. е. на  $2'$  меньше  $1^\circ$ .

Перед применением угломер протирают и проверяют нулевое положение: нулевые штрихи основания и нониуса должны совпадать.

При совпадении штрихов нониуса и основания между измерительными поверхностями угломера не должно быть просвета. Это проверяется соединением измерительных поверхностей (рис. 27,в) или при помощи лекального угольника (рис. 27,г).

При измерении угломер накладывают на проверяемую деталь так, чтобы линейки 4 и 10 были совмещены со сторонами измеряемого угла. Прижимая слегка правой рукой деталь к измерительной поверхности линейки основания, перемещают деталь постепенно, уменьшая просвет до полного соприкосновения. После этого (если нет просвета) фиксируют положение стопором и читают показание. Целое число градусов отсчитывают по шкале основания слева направо нулевым штрихом нониуса.

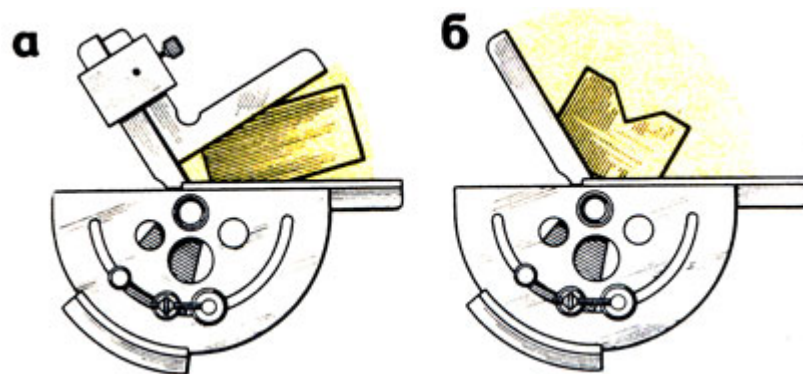


Рис. 28. Измерение углов: а - от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ , б - от  $90^\circ$  до  $180^\circ$

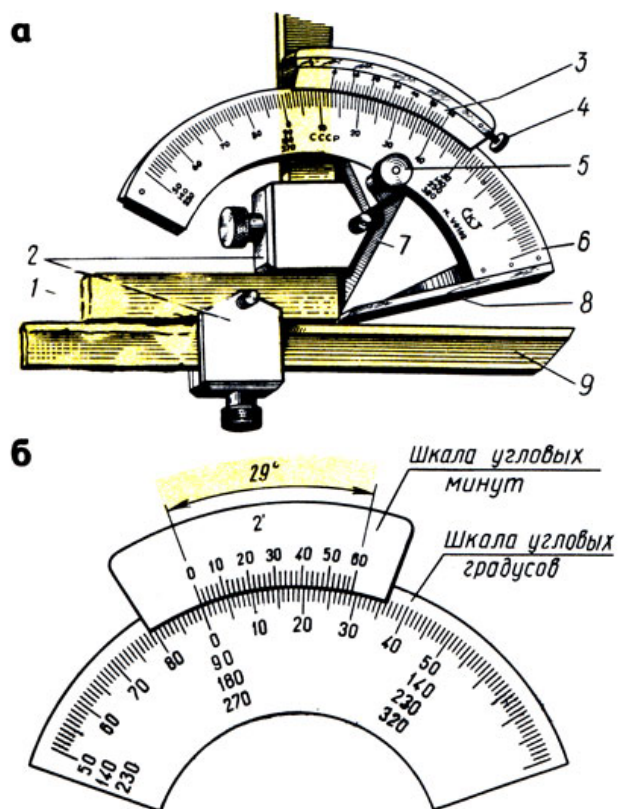


Рис. 29. Угломер УН: а - общий вид, б - устройство шкалы нониуса; 1 - угольник, 2 - державки, 3 - нониус, 4 - винт нониуса, 5 - стопор, 6 - основание, 7 - сектор, 8 - линейка основания, 9 - линейка съемная

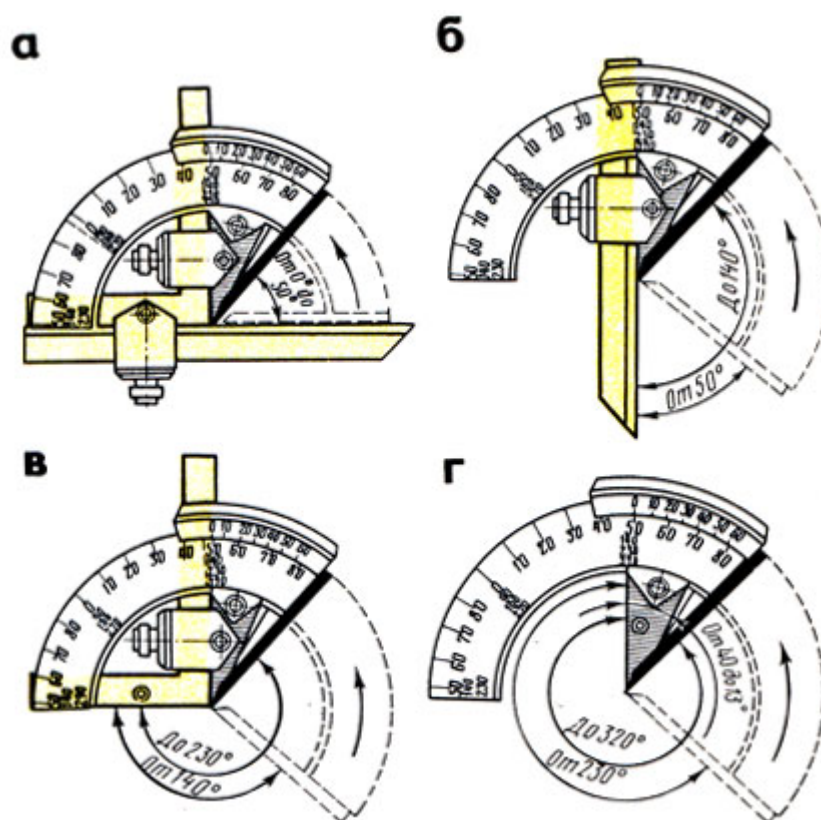


Рис. 30. Установка угломера для измерения углов: а - от 0 до 50°, б - от 50 до 140°, в - от 140 до 230°, г - от 230 до 320°



После этого находят штрих нониуса, совпадающий со штрихом шкалы основания, и ближайшую к нему слева цифру нониуса. К этой цифре прибавляют результат умножения величины отсчета на порядковый номер совпадающего штриха нониуса, считая его от найденной цифры нониуса. При чтении угломер держат прямо перед глазами. Например, нулевой штрих нониуса прошел 34-е деление шкалы основания, но не дошел до 35-го, при этом со штрихом основной шкалы совпадает 20-й (не считая нулевого) штрих шкалы нониуса. Следовательно, измеряемый угол составляет  $34 + 20 \times 2 = 34^\circ 40'$ .

Для измерения углов от  $0$  до  $90^\circ$  угломер соединяют с угольником (рис. 28,а), а для измерения углов от  $90$  до  $180^\circ$  угломер применяют без угольника (рис. 28,б) и к его показаниям прибавляют  $90^\circ$ .

Угломер типа УН с величиной отсчета по нониусу 2 или  $5'$  (угловых минут, рис. 29,в,б) конструкции Семенова, выпускаемый заводом "Калибр", является наиболее удобным для измерения наружных углов от  $0$  до  $180^\circ$  и внутренних углов от  $40$  до  $180^\circ$ . Угломер имеет полукруглое основание 6, на котором закреплена линейка 8 основания. Сектор 7 с нониусом 3 перемещается по основанию 6 и после установки закрепляется стопором 5. Микрометрическая подача нониуса осуществляется вращением микрометрического винта 4. К сектору 7 при помощи державок 2 крепится угольник 1, а к нему присоединяется съемная линейка 9.

У угломера типа УН, так же как и угломера УМ, угол между крайними штрихами нониуса равен  $29^\circ$  и разделен на 30 частей, но он в отличие от угломера УМ построен на дуге большего радиуса, следовательно, расстояние между штрихами больше, что облегчает чтение показаний (рис. 29,б). На дуге нанесена основная шкала для отсчета целых градусов, которая построена несколько иначе, чем у угломера УМ. Слева направо на шкале нанесены сначала деления от  $50$  до  $90^\circ$ , затем от  $0$  до  $50^\circ$ . Ниже расположены цифры, позволяющие по этой шкале производить отсчеты от  $140$  до  $230^\circ$ , а еще ниже - от  $230$  до  $320^\circ$ .

Если на угломере установлены угольник и линейка (рис. 30,а), то можно измерять углы от  $0$  до  $50^\circ$ . Если убрать угольник и на его месте закрепить линейку, можно измерять углы от  $50$  до  $140^\circ$

(рис. 30,б), если убрать линейку и оставить только угольник (рис. 30,в), можно измерять углы от 140 до 230°. При отсутствии линейки и угольника (рис. 30,г) можно измерять углы от 230 до 320°.

Точность отсчета, полученного при измерении угловых величин или при установке заданного угла, проверяют по градусной шкале и нониусу. По шкале градусов, размещенной на дуге основания, определяют, на каком целом делении (или между ними) остановилось нулевое деление нониуса, которое соответствует числу целых градусов угловой величины. По шкале нониуса определяют, какое из его делений совпало с делением шкалы градусов, по цифрам нониуса определяют число минут.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Макиенко Н.И., Общий курс слесарного дела: Учебник. – 2-е изд., доп. – М.: Высш.шк., 1984. – 176 с., ил. – (Профтехобразование).
2. Слесарное дело: иллюстрированное учеб.пособие / сост. Б.С. Покровский, В.А. Скакун. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 30 плакатов.



## СОДЕРЖАНИЕ

Средства измерений и контроля.....	3
Штангенинструменты.....	5
Микрометрические инструменты.....	14
Рычажно-механические приборы.....	22
Инструменты для измерения углов.....	29
Литература.....	36



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

**Кафедра геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях**

## **Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности**

**Методические рекомендации по практической работе**

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки

«Пожарная безопасность»

Екатеринбург  
2022

## Лабораторная работа № 1 .

### ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ (при работе с ПК)

#### ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Ознакомление с различными факторами, оказывающими влияние на работоспособность при работе с ПК, и с их нормированием.

Оценка негативных факторов, влияющих на работоспособность при работе с ПК (личное рабочее место).

#### ЗАДАЧА.

В данной работе на примере рабочего места пользователя ПК необходимо оценить негативные факторы, влияющие на Вашу работоспособность.

#### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Работа с видеотерминалом персонального компьютера (ПК) по степени нарастания общего утомления оператора стоит в одном ряду с такими профессиями, как водитель городского автобуса. У пользователей ПК возникают частные жалобы на головные боли, резь в глазах, боли в шейном и поясничном отделе позвоночника и др. Статические данные говорят о неблагоприятном течении беременности у женщин профессионально работающих за компьютером.

Основными повреждающими здоровье при работе за компьютером, как и при любой сидячей работе, являются следующие неспецифические (т.е. не связанные именно с работой за компьютером) факторы:

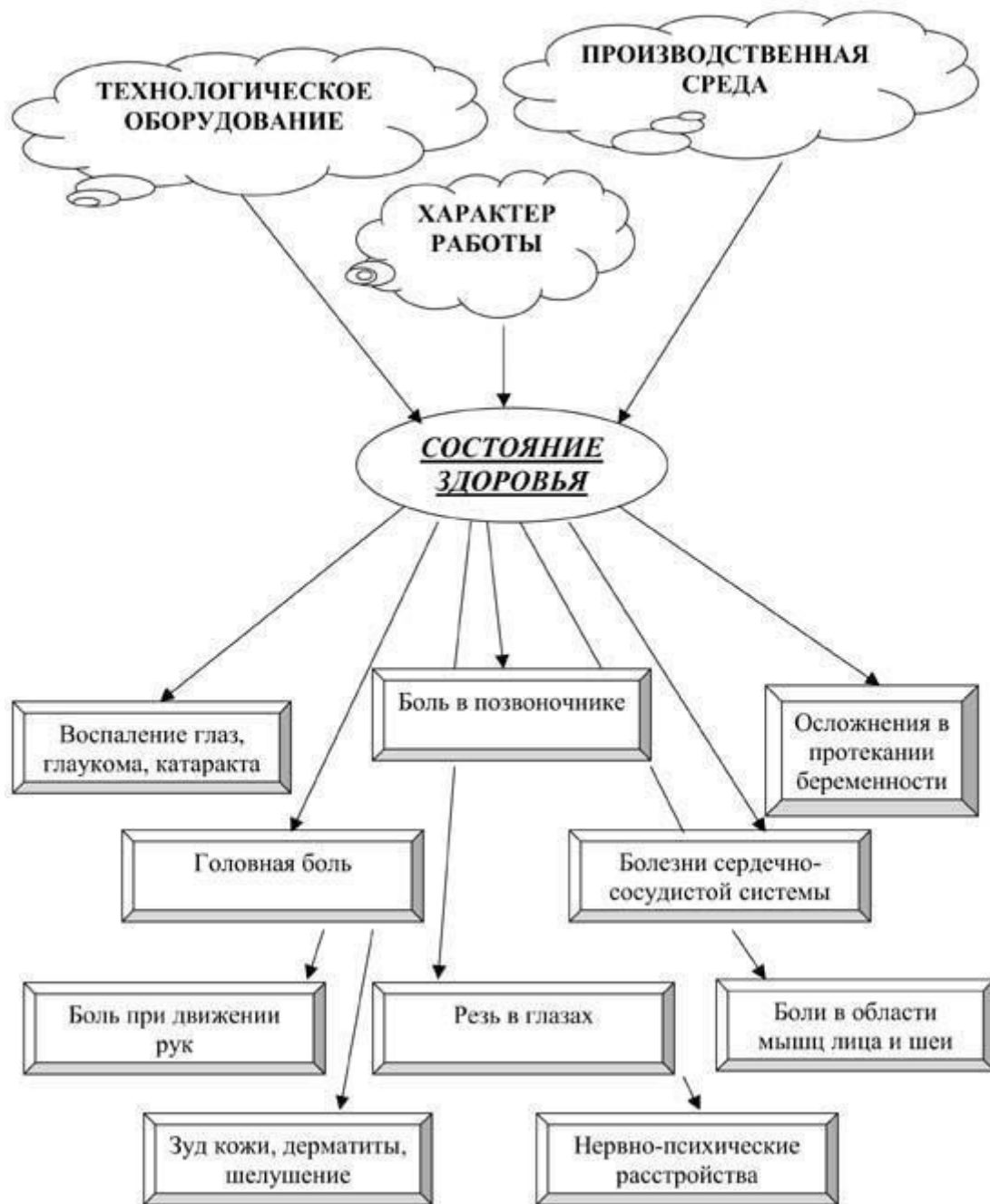
- Длительная гиподинамия. Любая поза при длительной фиксации вредна для опорно-двигательного аппарата, кроме того, ведет к застою крови во внутренних органах и капиллярах.
- Нефизиологическое положение различных частей тела.
- Длительно повторяющиеся однообразные движения. Здесь вредна не только усталость тех групп мышц, которые эти движения выполняют, но и психологическая фиксация на них (образование устойчивых очагов возбуждения ЦНС с компенсаторным торможением других ее участков). Хотя наиболее вредны именно повторяющиеся однообразные нагрузки. Через усталость они могут вести к физическому повреждению суставов и сухожилий. Наиболее известен в среде пользователей РС тендовагинит запястных сухожилий, связанный с вводом информации посредством мыши и клавиатуры.
- Ну и, наконец, долгое пребывание в замкнутом, а еще хуже - душном и прокуренном помещении.

Световое, электромагнитное и прочее излучение в основном монитора - а вот это специфический повреждающий фактор при работе с компьютером

Состояние здоровья оператора определяется тремя составляющими трудового процесса: характером работы, имеющимся оборудованием, состоянием окружающей среды

рис. 1

Рис.1



### ***ХАРАКТЕР РАБОТЫ***

оператора ПК отличается:

1. *повышенной нагрузкой на зрительный анализатор* – продолжительная работа с объектами различения малого размера;
2. *интеллектуальной нагрузкой* – необходимость быстрого принятия решений, творческая деятельность, постоянное восприятие и оценка новой информации, высокая степень сложности задания;
3. *эмоциональной нагрузкой* – степень ответственности за выполняемое задание, дефицит времени, значимость ошибки;
4. *монотонность трудового процесса* – многократное повторение однообразных действий, длительность сосредоточенного наблюдения;

5. *гиподинамией* – длительным пребыванием оператора в одной позе без активных движений.

## **ПРИМЕНЯЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

### **1. видеодисплейный терминал (монитор)**

Качество представляемой зрительной информации зависит от следующих параметров:

- яркость экрана;
- контраст объектов с фоном;
- отсутствие мерцаний, бликов, деформаций изображений.

Для создания благоприятных условий работы необходимо соответствие нормативам интенсивности электромагнитных полей и рентгеновского излучения, заряда статического электричества.

Условия безопасности должны обеспечиваться наличием двойной электроизоляции корпуса и мерами по исключению поражения человека стеклянными осколками при разрушении колбы электроннолучевой трубки. **2. Клавиатура, мышь и подставка для бумаг**, располагаемые в удобном для оператора месте и соответствующие требованиям эргономики.

**3. Процессор**, отвечающий требованиям электробезопасности.

### **4. Рабочая мебель:**

- двухуровневый стол с основной столешницей и площадкой для расположения клавиатуры;
- динамическое кресло, позволяющее регулировать положение оператора, в пространстве;
- подставка для ног способствующая снижению напряжения мышц ног и улучшению кровообращения.

## **СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

- достаточная площадь и объем помещения, где установлен компьютер (площадь не менее 6 м<sup>2</sup>, объем помещения не менее 20-24 м<sup>3</sup>) показатели микроклимата рабочего помещения:

- температура воздуха 23-25<sup>°</sup>С,
- относительная влажность 40-60 %,
- подвижность воздушной среды ≤0,2 м/с

- параметры световой среды рабочего места и рабочей поверхности:

- наличие естественного и искусственного освещения;
- освещенность экрана монитора 100-200 лк,
- освещенность горизонтальной поверхности стола 300-500 лк;
- отсутствие прямой и отраженной слепящей блескости источников света;
- отсутствие пульсации освещенности;

- уровень шума и вибрации рабочих мест в пределах норм (уровень звука ≤50 дБА);
- отсутствие в воздухе рабочей зоны вредных веществ достаточное количество аэроионов (1500-5000 пар ионов на 1см<sup>3</sup>)

## **ЗРИТЕЛЬНАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ**

Для повышения работоспособности человека, в первую очередь, необходимо обеспечить комфортные условия для работы глаз, т.к. основной поток информации о внешнем мире поступает через зрение (~ 90%).

Восприятие информации для пользователя ПК с экрана дисплея отличается от привычного чтения с бумаги по нижеследующим причинам:

1. При работе с дисплеем пользователь во многом зависит от положения дисплея в пространстве, тогда как при чтении печатного текста легко найти положение листа для наиболее комфортного восприятия информации.
2. Экран, выполнен из стекла, обладает зеркальным или смешанным отражением, является источником света и считается прибором активного контраста. При чтении с листа бумаги мы имеем дело с диффузно отраженным текстом, т.е. с пассивным контрастом, который в малой степени зависит от интенсивности освещения и угла падения потока света на бумагу;
3. Текст на бумаге является неизменным, а текст на экране периодически обновляется в процессе сканирования электронного луча по поверхности экрана. Достаточно низкая частота обновления ( $f < 60$  Гц) вызывает мерцание изображений. При частоте обновления превышающей 80 Гц операторы не замечают мерцания, однако, зрительная система человека испытывает повышенную нагрузку.

### РЕКОМЕНДАЦИИ

Чтобы условия труда оператора были благоприятными, снизились нагрузки на зрение, плечевой пояс и позвоночник *рабочее место должно соответствовать требованиям:*

- оптимальным является строго вертикальное или слегка наклоненное расположение дисплея, при этом уменьшаются блики на экране;
- самая верхняя используемая строка на экране должна располагаться на горизонтальной линии взгляда, так снижается напряженность шейных мышц;
- подставка для ног и подлокотники кресла способствуют меньшему напряжению мышц ног и рук и создают условия для лучшего кровообращения. надо хотя бы раз в час устраивать перерывы, походить, размяться.

При работе с текстовой информацией *наиболее благоприятным для зрительной работы оператора являются нижеследующие условия:*

- **стиль шрифта**

В обычных случаях рекомендуется, как правило, прямой шрифт. Курсив может быть использован для выделения отдельных мест. Надписи, спецификации, инструкции и т.д. могут быть выполнены готическим, спартанским, каллиграфическим шрифтами (узкие, средние и полужирные варианты).

- **размер шрифта**

Кегль (высота шрифта) 10 пунктов предпочтительнее, но допустимы кегли от 9 до 12 пунктов (1 пункт = 0,376 мм) □ **расстояние между строками** Не менее высоты шрифта

**для многоцветного представления информации** рекомендуется использовать одновременно не более 6 цветов. При этом цвет символов и цвет фона не должны быть дополнительными цветами (пары дополнительных цветов: красный-зеленый, синий-оранжевый, желтый –фиолетовый).

### **Не забывайте - глазам тоже необходим отдых и разминка!!!**

Если из-за напряжения внимания (особенно при поединке по сети) моргать стали редко - моргайте осознанно, каждые 5 секунд где-то, или активно "промаргивайтесь" когда тактическая ситуация станет менее напряженной. ;) Это не только способствует увлажнению роговицы и удалению отмерших ее клеток, но и массирует глазные яблоки, что также полезно.

*Дополнительно можно помассировать глазные яблоки пальцами, от внешнего угла к внутреннему, затем круговыми движениями внутрь-наружу. Веки при этом должны быть закрыты. Также полезно вращать глазами при закрытых веках.*

Разминка для мышц аккомодации (наведения на резкость хрусталика) следующая: *встать перед окном, из которого видна даль, и поочередно фокусировать взгляд то на раме, то на горизонте.* Вывод:

- Сделайте вывод о соответствии параметров рабочего места оптимальным на основании табл.3. Приложения и рис. 2.
- Оцените негативные факторы, влияющие на Вашу работоспособность.
- Заполните окончательно отчет, сделайте выводы по проделанной работе.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1.Что понимается под характером работы оператора?
- 2.Отличие интеллектуальной и эмоциональной нагрузки.
- 3.Каковы показатели безопасности применяемого оборудования?
- 4.Чем определяется состояние окружающей среды?
- 5.В чем отличие чтения с листа бумаги и с экрана монитора?
- 6.Каковы основные рекомендации по снижению утомления оператора?
- 7.Что такое кегль? 8.Что характеризует коэффициент работоспособности и скорость различения?

## **Лабораторная работа № 2.**

### **Определение класса условий труда на рабочем месте**

**пользователя ПК (по показателям тяжести и напряженности трудового процесса)**

#### **Цель работы:**

Изучить вредные производственные факторы тяжести и напряженности труда (на примере рабочего места пользователя персонального компьютера /ПК/). Овладеть методикой аттестации рабочих мест, определения класса условий труда. Ознакомиться с принципами оптимальной организации рабочего места.

#### **Задача**

В данной работе на примере рабочего места пользователя ПК необходимо оценить класс условий труда по показателям тяжести и напряженности трудового процесса.

#### **Общие положения**

Определение класса условий труда на рабочих местах проводится с целью:

- установления приоритетности оздоровительных мероприятий; - создания банка данных по существующим условиям труда; - определения выплат и компенсаций за вредные условия труда.

Для проведения аттестации рабочего места также необходимо комплексно оценить условия труда. Оценка условий труда производится по специальной методике, на основе анализа уровней вредных и опасных факторов на данном рабочем месте.

**Вредный производственный фактор** - фактор среды и трудового процесса, который может вызвать снижение работоспособности, патологию (профессиональное заболевание), привести к нарушению здоровья потомства.

Вредными могут быть:

- физические факторы: температура, влажность и подвижность воздуха, неионизирующие и ионизирующие излучения, шум, вибрация, недостаточная освещенность;
- химические факторы: загазованность и запыленность воздуха;
- биологические факторы: болезнетворные микроорганизмы;
- факторы тяжести труда: физическая статическая и динамическая нагрузка; большое количество стереотипных рабочих движений, большое число наклонов корпуса, неудобная рабочая поза;
- факторы напряженности труда: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, монотонность и продолжительность работы.

**Опасный производственный фактор** - фактор среды и трудового процесса, который может вызвать резкое ухудшение здоровья, травму, смерть.

Это: электрический ток, огонь, нагретая поверхность, движущиеся части оборудования, избыточное давление, острые кромки предметов, высота и т.п.).

#### *Классы условий труда*

Все разнообразие условий труда, встречающееся на практике, подразделяется, согласно [1] на четыре класса по уровням вредных и опасных факторов.

**1 класс** - оптимальный (совокупность факторов позволяет сохранять здоровье, поддерживать высокую работоспособность).

**2 класс** - допустимый (факторы среды и трудового процесса не превышают установленных норм, а возможные изменения функционального состояния организма, вызванные усталостью, утомлением, восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены).

1 и 2 классы соответствуют безопасным условиям труда.

**3 класс** - вредный (наличие вредных факторов, оказывающих неблагоприятное действие на организм работающего и/или его потомство).

Вредные условия труда по степени изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени.

**1 степень 3-го класса (3.1)** - вызывает обратимые изменения в организме и обуславливает риск развития заболевания.

**2 степень 3-го класса (3.2)** - вызывает стойкие функциональные нарушения, временную утрату трудоспособности, начальные признаки профессиональной патологии.

**3 степень 3-го класса (3.3)** - вызывает развитие профессиональной патологии в легкой форме, рост общей хронической заболеваемости.

**4 степень 3-го класса (3.4)** - вызывает выраженные формы профессиональных заболеваний, высокий уровень общей заболеваемости.

**4 класс - экстремальный, опасный (4)** - производственные факторы даже в течение части рабочей смены создают угрозу для жизни, создают высокий риск острых профессиональных поражений.

На практике в первую очередь для оценки класса условий труда устанавливают, соответствует ли нормам санитарно-гигиенических показателей:

- содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- значения параметров микроклимата;
- уровни шума и вибрации, инфра- и ультразвука; - наличие электромагнитных и ионизирующих излучений; - параметры световой среды производственных помещений.

**В табл.1 Приложения** дана выборка классов условий труда по показателям тяжести,



применимым к трудовому процессу пользователя ПК, в табл.2 Приложения представлены классы условий труда по показателям напряженности трудового процесса.

Прокомментируем некоторые положения этих таблиц.

Удобство или неудобство рабочей позы определяется в первую очередь параметрами основных элементов рабочего места: стола, стула, оборудования и т.д.

В настоящее время большинство из этих параметров стандартизированы и включены в санитарно-гигиенические и эргономические нормативно-правовые акты. Для того, чтобы обеспечивать свободную и удобную рабочую позу (оптимальные условия труда) элементы рабочего места должны удовлетворять требованиям санитарных норм и правил [2]. На рис.1 и в табл.3 Приложения приведены оптимальные размеры основных элементов рабочего места (рабочий стол и стул). Размещение оборудования должно отвечать следующим требованиям:

- экран видеомонитора должен находиться на расстоянии 600 - 700 мм от глаз пользователя;
- клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной выдвижной панели стола. Если рабочее место не отвечает указанным требованиям, то рабочее место пользователя не считается удобным, а рабочая поза - свободной. При работе за компьютером непрерывно в течение 6 часов за время рабочей смены, пользователь находится в вынужденной, неудобной позе 75 % рабочего времени, следовательно условия труда по фактору рабочей позы оцениваются по классу 3.2. Вынужденная рабочая поза вызывает у пользователей ПК статическое перенапряжение мышц шейно-плечевой области и спины, создающее предпосылки для быстрой утомляемости и развития патологии опорнодвигательного аппарата.

По напряженности и тяжести труда СанПиН [2] устанавливает три категории работ: **А, Б, В**. Напряженность этих работ не должна превышать класс условий труда 3.1 по следующим критическим параметрам:

**А** - работа по считыванию информации с экрана ПЭВМ по предварительному запросу (работа пользователя программных комплексов, операторы технологических процессов) - по максимальному количеству считываемых знаков: не более 60000 знаков за смену; **Б** - работа по вводу информации (работа секретаря, наборщика издательства, бухгалтера, программиста при наборе текста программы, студента при оформлении расчетнопояснительной записки) - по суммарному количеству вводимых знаков: не более 40000 в смену;

**В** - творческая работа с компьютером в режиме диалога (менеджеры, дизайнеры, творческие работники, студенты в процессе обучения) - по суммарному количеству времени работы за экраном видеотерминала: не более 4 часов в смену.

Общая оценка условий труда с учетом комбинированного действия производственных факторов проводится следующим образом:

1. На основе результатов измерений и экспертных заключений классы условий труда для каждого рассматриваемого фактора сводятся в таблицу.
2. Наиболее высокий класс и степень вредности определяют общую оценку.
3. В случае, если три и более факторов относятся к классу 3.1, то общая оценка условий труда соответствует классу 3.2.
4. При наличии двух и более факторов классов 3.2; 3.3 и 3.4 - условия труда оцениваются на одну степень выше.

При сокращении времени контакта вредными факторами (защита временем) условия труда могут быть оценены как менее вредные, но не ниже класса 3.1.

Рабочее место считается аттестованным, если класс условий труда не превысил 2.

### **Порядок выполнения работы**

- Определите с помощью рулетки основные геометрические параметры своего рабочего места, согласно рис.1.
- Сделайте вывод о соответствии параметров рабочего места оптимальным на основании табл.3. Приложения. Заполните п.1 отчета.
- Заполните п.2 отчета,
- оцените классы условий труда по показателям тяжести и напряженности для предложенного вида работ, согласно табл.1 и 2 Приложения.
- Определите общий класс условий труда на изучаемом рабочем месте, заполните окончательно отчет, сделайте выводы по проделанной работе. **Рекомендации**

### **Долго сидеть в одном положении вредно!**

Это вызывает застой крови не только в конечностях, но и во внутренних органах... Можно, однако, обойтись и старым совковым креслом или просто стулом. Тогда надо помнить следующее. Если стул (кресло) совсем неудобное, лучше его сразу выкинуть, будь оно хоть красного дерева. Не забывайте - при том количестве времени, которое профессионал проводит у компьютера, ВСЕ имеет значение. Итак, сели прямо. Все удобно, все под рукой. Попечатали, помышевозили. Теперь откинемся назад, развалимся, покачаемся на задних ножках. Важно, чтобы и в этом положении все было под рукой и удобно. Во время оно, сидя в простеньком кресле, я ставил рядом стул, чтобы он составлял с подлокотником одну плоскость, и на него клал мышку. А клавиатуру при надобности на колени. Самая развязная и неприличная поза как правило самая удобная. Чтобы положить ноги на стол достаточно прикрыть дверь в кабинет ;)

Ничто не должно отвлекать от работы, ничто не должно вредить здоровью. Если Вы - профессионал, то проведете здесь очень большую часть своей жизни. Должно быть удобно **всегда**.

В продолжение темы, это относится и к столу, и к стулу, и к клавиатуре с мышью. Нога должна стоять большую часть времени на полу полной ступней. Для нее это наиболее здоровое положение. Рука почти всегда должна и локтем, и запястьем и всем, что между ними лежать на чем-нибудь. В том случае, если Вы сидите за двумя столами, составленными углом, положение рук при печати на клавиатуре наиболее хорошее. Когда работаете мышью, рука всегда должна касаться стола и локтем, и запястьем, и предплечьем. Это положение, когда мышцы плечевого пояса наименее нагружены, это профилактика шейного **остеохондроза** ( напряженные мышцы плеч все время немного перекашивают шейный отдел позвоночника, что очень быстро дает о себе знать) и **синдрома запястного канала СЗК**.

### **Симптомы СЗК**

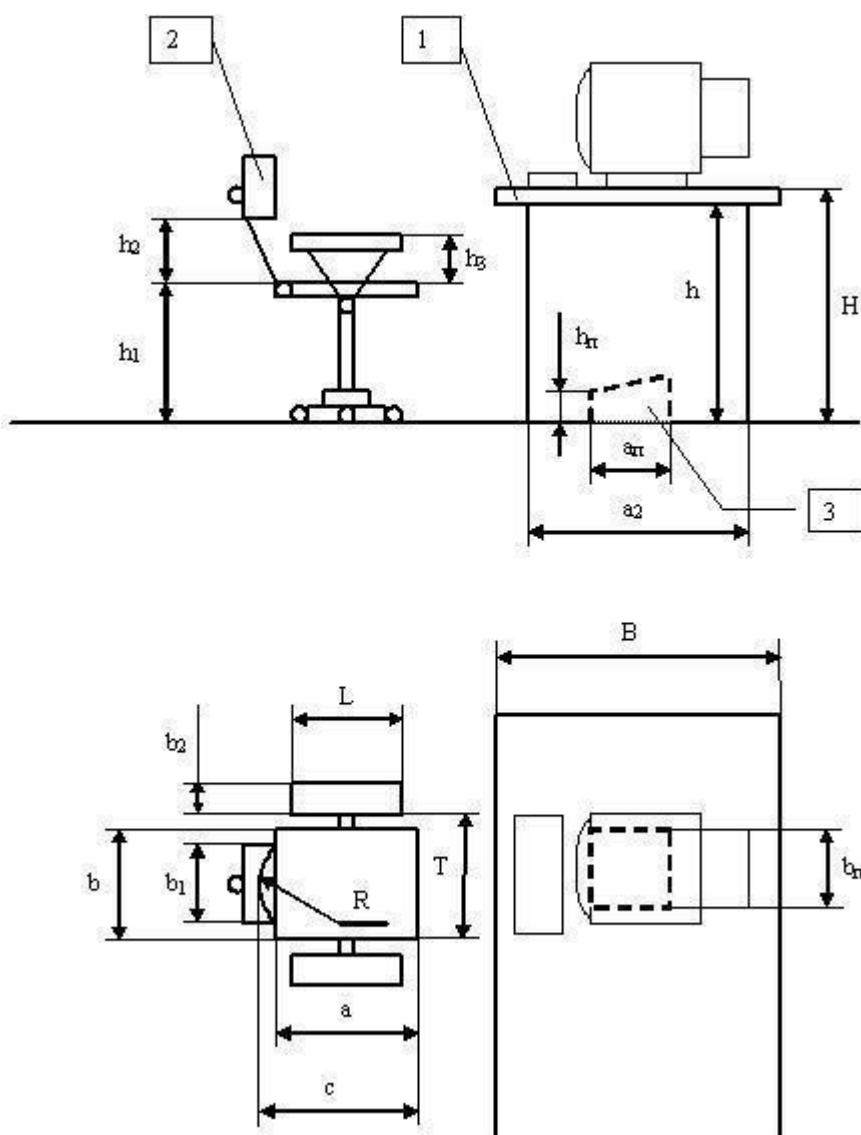
- Жгучая боль и покалывание в области расхождения ветвей срединного нерва (запястье, ладонь, а также пальцы, кроме мизинца).
- Ослабление мышц, обеспечивающих движение большого пальца.
- Болезненность и онемение, заставляющие просыпаться.
- Неловкость и слабость пораженной ладони.

### **Группы повышенного риска**

- Пользователи компьютеров.

- Люди, работа которых требует повторяющихся движений кисти. **Вывод.**
- Сделайте вывод о соответствии параметров рабочего места оптимальным на основании табл.3. Приложения.
- Определите общий класс условий труда на изучаемом рабочем месте, • заполните окончательно отчет, сделайте выводы по проделанной работе.

**Рис. 2 Схема рабочего места с ПК**



Элементы рабочего места:

1 – рабочий стол; 2- рабочий стул; 3 – подставка для ног.

Приложение

Таблица 1

Классы условий труда по показателям тяжести

Показатели тяжести трудового процесса	Класс условий труда		
	Оптимальный	Допустимый	Вредный (тяжелый труд)

	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	1 степени	2 степени
	1	2	3.1	3.2
1. Стереотипные рабочие движения (кол-во за смену)				
1.1. При локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук)	до $2 \cdot 10^4$	до $4 \cdot 10^4$	до $6 \cdot 10^4$	более $6 \cdot 10^4$
1.2. При региональной нагрузке (с участием мышц рук и плечевого пояса)	до $10^4$	до $2 \cdot 10^4$	до $3 \cdot 10^4$	более $3 \cdot 10^4$
2. Рабочая поза	Свободная удобная поза (смена позы "сидя-стоя" по усмотрению работника)	Периодическое нахождение в неудобной, фиксированной позе до 25% времени смены (невозможность изменения взаимного расположения различных частей тела)	То же до 50% времени смены (пребывание в вынужденной позе, на корточках и т. п.)	То же более 50% времени смены

Таблица 2

Классы условий труда по показателям напряженности

Показатели напряженности трудового процесса	Класс условий труда			
	Оптимальный	Допустимый	Напряженный труд	
	1	2	3.1	3.2
1. Интеллектуальные нагрузки	Отсутствует необходимость принятия решения	Решение простых альтернативных задач по инструкции	Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкций)	Эвристическая (творческая) деятельность, требующая решения сложных задач при отсутствии алгоритма
1.1. Содержание работы				

1.2. Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Восприятие сигналов, не требуется коррекция действий	Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций	Восприятие сигналов с последующим сопоставлением фактических значений параметров с их номинальными значениями. Заключительная оценка фактических значений	Восприятие сигналов с последующей комплексной оценкой взаимосвязанных параметров. Комплексная оценка всей производственной деятельности
			параметров	
1.3. Степень сложности задания	Обработка и выполнение задания	Обработка, выполнение задания и его проверка	Обработка, проверка и контроль за выполнением задания	Контроль и предварительная работа по распределению заданий другим лицам
1.4. Характер выполняемой работы	Работа по индивидуальному плану	Работа по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности	Работа в условиях дефицита времени	Работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат
2. Сенсорные нагрузки				
2.1. Длительность сосредоточенного наблюдения (в % от времени смены)	25 %	26-50%	51-75%	более 75%
2.2. Плотность сигналов (звуковых, световых) и сообщений в среднем за 1 час работы	до 75	75-175	176-300	более 300

2.3. Число производственных объектов одновременного наблюдения	до 5	6-10	11-25	более 25
3. Нагрузка на зрительный анализатор				
3.1. Размер объекта различения (при расстоянии от глаз работающего до объекта различения не более 0.5 м), при длительности сосредоточенного наблюдения % (от времени смены)	более 5 мм	5-10 мм более 50% 1-0.3 мм до 50% менее 0.3 мм до 25 %	1-3 мм более 50% менее 0.3 мм 25-30%	менее 0.3 мм более 50%
3.2. Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.п.) при	25%	26-50%	51-75%	более 75%

длительности сосредоточенного наблюдения % от времени смены				
3.3. Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов в смену)	до 2	2 - 3	3 - 4	более 4
4. Нагрузки на слуховой анализатор (при производственной необходимости восприятия речи или дифференцированных сигналов)	Разборчивость слов и сигналов от 100% до 90%	Разборчивость слов и сигналов от 90% до 70%	Разборчивость слов и сигналов от 70% до 50%	Разборчивость слов и сигналов менее 50%
5. Эмоциональные нагрузки				

5.1. Степень ответственности	Несет ответственность за выполнение отдельных элементов задания	Несет ответственность за функциональное качество вспомогательных работ (заданий)	Несет ответственность за функциональное качество основной работы (задания)	Несет ответственность за окончательное функциональное качество (конечной продукции, задания)
Значимость ошибки	Влечет за собой дополнительные усилия со стороны работника	Влечет за собой дополнительные усилия со стороны руководства (бригадиры, мастера и т. п.)	Влечет за собой исправления за счет дополнительных усилий всего коллектива (группы, бригады и т.п.)	Влечет за собой повреждение оборудования, остановку технологического процесса и возможна угроза для жизни
5.2. Степень риска для собственной жизни	Исключена	-	-	Вероятна
5.2. Степень риска для жизни других лиц	Исключена	-	-	Вероятна
6. Монотонность нагрузок				
6.1. Число элементов (приемов), необходимых для выполнения простого задания или в многократно повторяющихся операциях	более 10	9 - 6	5 - 3	менее 3
6.2. Продолжительность в сек. выполнения простых производственных заданий или повторяющихся операций	более 100	100 - 25	24 - 10	менее 10
7. Режим работы				
7.1. Фактическая продолжительность рабочего дня	6 - 7 часов	8 - 9 часов	10 - 12 часов	более 12 часов

7.2. Сменность работы	Односменная работа (без ночной смены)	Двухсменная работа (без ночной смены)	Трёхсменная работа (работа в ночную смену)	Нерегулярная сменность (работа преимущественно в ночную смену)
-----------------------	--	--	---	---

Таблица 3

Параметры оптимального рабочего места пользователя ПК

№	Элемент рабочего места	Параметры	Обозначение по рис. 1	Величина (мм)	Диапазон регулирования (мм)
1	Рабочий стол	Высота рабочей поверхности Ширина Пространство для ног - высота - глубина на уровне колен - глубина на уровне вытянутых ног	H B h a <sub>1</sub> a <sub>2</sub>	725 800, 1000, 1200, 1400 600 450 650	680-800 нет нет нет нет
2	Рабочий стул (подъемноповоротный)	Ширина сиденья Глубина сиденья Высота поверхности сиденья Угол наклона сиденья - вперед - назад Высота опорной поверхности спинки Ширина спинки Радиус кривизны спинки в горизонтальной плоскости Угол наклона спинки в вертикальной плоскости Расстояние от переднего края сиденья до спинки	b a h <sub>1</sub> 0 <sub>0</sub> 0 <sup>0</sup> h <sub>2</sub> b <sub>1</sub> R 0 <sub>0</sub> c	400 400 475 0 <sub>0</sub> 0 <sup>0</sup> 300 380 400 0 <sub>0</sub> 330	нет нет 400-550 0 <sub>0</sub> -15 <sub>0</sub> 0 <sub>0</sub> -15 <sub>0</sub> 280-320 нет нет от30 <sup>0</sup> до+30 <sup>0</sup> 260-400



	Подлокотники (съемные или стационарные)	Длина Ширина Высота над сиденьем Расстояние между подлокотниками	L b <sub>2</sub> h <sub>3</sub>  T	250 50...70 230  425	нет нет 200-260  350-500
3	Подставка для ног	Ширина Глубина Высота Наклон опорной поверхности	b <sub>п</sub> a <sub>п</sub> h <sub>п</sub>	300 400 150  0°	нет нет нет  0°-20°
4	Пюпитр для документов (перемещаемый)				

### Список используемой нормативно-технической документации 1. Р

2.2.755-99 “Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса”.

### 2. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ МАШИНАМ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ."

### VI. ЛИТЕРАТУРА

1. "Улучшение зрения без очков" Уильям Г. Бейтс, 1990 г. Москва
2. "Популярная медицинская энциклопедия" стр.246, 247
3. “Освещение на производстве. Эколого-гигиеническая оценка и контроль” под ред. академ. РАМН Н.Ф. Измерова, Москва, Редакция журнала " Охрана труда и социальное страхование " 1998
4. "Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов" У. Вудсон, Д. Коновер. Изд-во "Мир", Москва, 1968
5. “Компьютер и здоровье” Г.Г. Демирчоглян, "Лукоморье" Новый Центр, Москва 1997 г.
6. “Компьютер и здоровье” Г.Г. Демирчоглян, Москва, “Советский спорт”, 1995 г.
7. „Охрана труда” под ред .проф Б.Ф.Князевского, М.,”Высшая школа”,1982 г., 311с.
8. Г.Н. Бурлак “ Безопасность работы на компьютере: Организация труда на предприятиях информационного обслуживания”, М. “Финансы и статистика”, 1998 ,144с
9. Марат Зиганов “Как повысить качество чтения или сделать чтение продуктивным”, М. Школа рационального чтения ,1996, 115с.
10. Дж. Гибсон “Экологический подход к зрительному восприятию”, М. “Прогресс”,1988
11. Ф.М. Черняловская “Освещение промышленных предприятий и его гигиеническое значение”, М., Медицина, 1971
12. А.С. Шайкевич “Качество промышленного освещения и пути его повышения”, М., 1962

13. Р 2.2.759-99 Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Руководство. Издание официальное. Госкомсанэпиднадзор.
14. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным ЭВМ и организации работы.
15. [http://www.ci.ru/inform06\\_02/p\\_12-13ergon.htm](http://www.ci.ru/inform06_02/p_12-13ergon.htm) Эргономика работы за компьютером (Субъективные заметки)

### Лабораторная работа № 3.

#### РАБОТА НА ТРЕНАЖЕРЕ СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНОЙ РЕАНИМАЦИИ.

##### 1. ЦЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ:

Овладеть приемами сердечно-легочной реанимации.

##### 2. НАЗНАЧЕНИЕ.

Тренажер сердечно-лёгочной и мозговой реанимации «Максим III-01» («Максим-III») предназначен для обучения и отработки навыков оказания первой помощи (экстренной доврачебной помощи), с использованием пульта контроля-управления и обучающей интерактивной анимационной компьютерной программы (ИАКП) «Максим». ИАКП «Максим» позволяет проводить индивидуальное и групповое обучение приемам СЛР, сохранять результаты в памяти компьютера и распечатывать их.

##### 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

###### Проведение сердечно-легочной реанимации

В экстренных ситуациях первую медицинскую помощь нужно оказывать очень быстро и правильно. Лишь тогда есть шансы на возвращение человека к жизни.

Сердечно-легочная реанимация — это комплекс мероприятий, направленных на возвращение человека к жизни в случае остановки кровообращения или дыхания.

Вообще все мероприятия можно разделить на две большие группы — **базовая и специализированная** сердечно-легочная реанимация (СЛР).

Специализированная, что видно уже из названия, проводится в специализированных палатах, требует соответствующего оборудования и медикаментов, а также образования.

Здесь мы рассмотрим только вопросы базовой реанимации.

Показания к проведению СЛР: отсутствие сознания, дыхания, пульса на сонных артериях, преагональное, агональное состояния, клиническая смерть.

Если сердцебиение выслушивается, пульс и дыхание сохранены и даже вполне ритмичны — реанимационные мероприятия не требуются.

Базовая сердечно-легочная реанимация включает в себя три этапа (ABC):

обеспечение проходимости дыхательных путей (A — Airway); проведение

искусственного дыхания (B — Breathing);

проведение непрямого массажа сердца (C — Circulation).

На практике существует универсальный алгоритм действий при внезапной смерти взрослых, который включает последовательно все эти этапы.

###### Оценка наличия сознания у пострадавшего

Для начала необходимо оценить наличие травмы, особенно головы или шеи — при подозрении на наличие травмы перемещать пострадавшего возможно только в случае абсолютной необходимости. После этого можно похлопать или легко встряхнуть его за плечи, при этом громко задавая вопрос типа: — С вами все в порядке?

## **Обеспечение проводимости дыхательных путей, оценка самостоятельного дыхания**

**Первое** — пострадавшего нужно ровно уложить на спину на твердую плоскую поверхность. При этом поворачивать его нужно «как единое целое», не допуская перемещения частей тела относительно друг друга или их вращения.

**Второе** — освободить рот от жидкого содержимого (указательным и средним пальцами, обернутыми в кусок ткани) и твердых инородных тел (согнутым указательным пальцем). Затем обеспечить проходимость верхних дыхательных путей — запрокинув голову и подняв подбородок или выдвинув вперед нижнюю челюсть. Если есть подозрение на травму головы или шеи, выполняется только выдвижение нижней челюсти вперед.

**Третье** — приложить ухо ко рту и носу пострадавшего и оценить движения грудной клетки при вдохе и выдохе, наличие шума выдыхаемого воздуха и ощущение от движения воздуха (оценка должна занимать не более 10 секунд).

**Четвертое** — если после обеспечения проходимости дыхательных путей восстанавливается дыхание и есть признаки кровообращения, пострадавшего нужно повернуть на бок и положить голову таким образом, чтобы жидкость могла свободно вытекать изо рта.

## **Если дыхание отсутствует, следует начать следующий этап — проведение искусственного дыхания**

При отсутствии специального оборудования (например, мешка Амбу) наиболее эффективным является дыхание «рот в рот», которое проводят сразу после обеспечения проходимости дыхательных путей.

Главный недостаток этого метода заключается в наличии психологического барьера — тяжело заставить себя дышать в рот или в нос другому, порой чужому и незнакомому человеку, особенно если предварительно у того возникла рвота.

Левой рукой придерживая голову пострадавшего в запрокинутом положении, одновременно прикрывают пальцами носовые ходы, для обеспечения герметичности. Далее нужно сделать глубокий вдох, обхватив губами рот пострадавшего, и произвести вдувание. Рот предварительно с гигиенической целью накрыть любой чистой материей.

Данную процедуру следует повторять с частотой 10-12 дыхательных циклов в минуту (один раз каждые 5-6 секунд). Пассивный выдох должен быть полным (время не имеет значения), очередное вдувание воздуха можно делать, когда опустилась грудная клетка.

Основным критерием эффективности искусственного дыхания являются движения грудной клетки при вдохе и выдохе, шум выдыхаемого воздуха и ощущение его движения. Если этого не наблюдается, следует повторно очистить дыхательные пути, а также убедиться в отсутствии обструкции (например, инородным телом) на уровне гортани.

При появлении признаков самостоятельного дыхания у пострадавшего искусственную вентиляцию легких сразу не прекращают, ее продолжают до тех пор, пока число самостоятельных вдохов не будет соответствовать 12-15 в минуту. При этом по возможности синхронизируют ритм вдохов с восстанавливающимся дыханием у пострадавшего. **Оценка кровообращения**

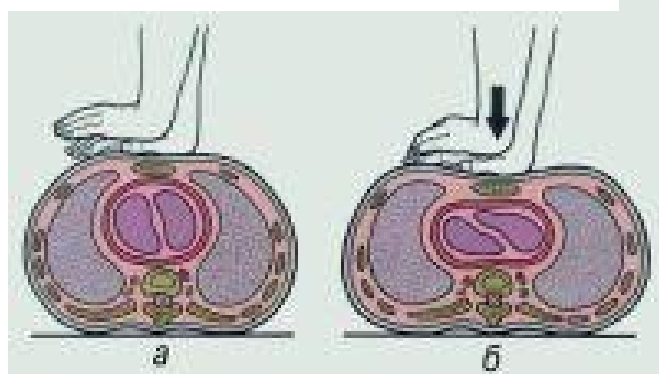
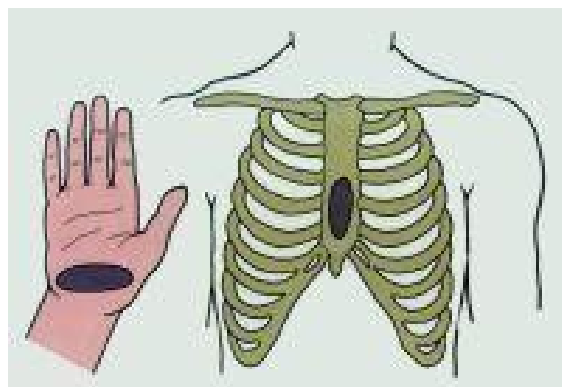
Проводится параллельно искусственному дыханию — нужно определить пульсацию на сонной или бедренной артериях. Проще и лучше на сонной — легкое прижатие двумя или тремя пальцами в ямке между боковой поверхностью гортани и мышечным валиком на боковой поверхности шеи.

Непрофессиональным спасателям, кроме того, рекомендуется дополнительно руководствоваться косвенными признаками — дыханием, кашлем, движениями пострадавшего в ответ на искусственное дыхание (оценка должна занимать не более 1015 секунд).

**Убедившись в отсутствии у пациента сердечной деятельности, необходимо приступить к проведению непрямого (закрытого) массажа сердца**

Руки спасателя располагаются на груди пострадавшего на 2-3 см выше мечевидного отростка — часть грудины, расположенная ниже места прикрепления к ней хрящей X ребер. Кисти рук кладут одна на другую («в замок») в нижней трети грудины.

Перед началом компрессий грудной клетки следует провести 2-3 интенсивных вдувания воздуха в легкие пострадавшего и нанести удар кулаком в область проекции сердца (прекардиальный удар). Этого иногда бывает достаточно, чтобы сердце вновь «заработало», при этом «лупить со всей силы» по груди не нужно и опасно, этим вы вполне можете сломать человеку ребра. После этого начинают компрессионные сжатия грудной клетки в передне-заднем направлении на 2,5-5 см с частотой 80-100 раз в минуту.



Усилия прилагаются строго вертикально на нижнюю треть грудины при помощи скрещенных запястий распрямленных в локтях рук, не касаясь пальцами грудной клетки. Сжатие и прекращение сдавления должны занимать равное время, при прекращении сдавления руки от грудной клетки не отрываются.

**Одновременное проведение искусственного дыхания и закрытого массажа сердца**

Если при первом осмотре самостоятельное дыхание отсутствует, сначала производятся два вдоха, одновременно оценивается их эффективность.

Затем, если реанимацию проводит один человек, 15 сжатий грудной клетки нужно чередовать с двумя вдохами, если двое — 5 сжатий грудной клетки чередовать с одним вдохом, прекращая непрямой массаж сердца на 1-2 секунды при вдувании воздуха в легкие.

Дыхание «рот в рот» представляет опасность для спасателя и может вызвать его инфицирование. Считается, что непрямой массаж сердца можно проводить и без искусственной вентиляции легких — если нет специальных приспособлений для проведения искусственного дыхания: мешка Амбу, аппарата ИВЛ и т.д. Однако такая методика менее эффективна, и если есть возможность, все же следует остановиться на искусственном дыхании.

#### **Контроль состояния пострадавшего в ходе проведения реанимации**

После каждых 4 циклов искусственного дыхания и сжатия грудной клетки, нужно проверять пульс на сонной артерии (в течение 3-5 секунд). Если пульс появился, непрямой массаж сердца следует прекратить и оценить самостоятельное дыхание.

Если оно отсутствует, нужно продолжать искусственное дыхание при одновременном определении пульсации на сонной артерии после каждых 10 вдуваний воздуха в легкие.

При восстановлении самостоятельного дыхания и отсутствии сознания необходимо поддерживать проходимость верхних дыхательных путей и тщательно контролировать наличие дыхания и пульсации на сонной артерии до приезда реанимационной бригады.

Необратимые изменения в головном мозге возникают спустя 3-4 минуты с момента остановки кровообращения, именно поэтому ранняя помощь и начало реанимационных мероприятий имеет огромное значение. Отказ от применения реанимационных мероприятий или их прекращение допустимы только при констатации биологической смерти или признании этих мер абсолютно бесперспективными.

Параллельно с реанимационными действиями (не прерывая их) нужно вызвать бригаду скорой помощи и проводить диагностику состояния пострадавшего.

#### **4. ОПИСАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТРЕНАЖЁРА**

Тренажер работает в учебном и тестовом режимах. Учебный режим позволяет отрабатывать навыки отдельных реанимационных действий. Тестовый режим предназначен для проверки правильности выполнения комплекса реанимационных действий в одном из четырех соотношений искусственной вентиляции легких (ИВЛ) и непрямого массажа сердца (НМС):

**Режим реанимации одним спасателем 2(ИВЛ) : 15(НМС).**

**Режим реанимации двумя спасателем 1(ИВЛ) : 5(НМС).**

Режимы, рекомендованные Европейским советом по реанимации (ERC):

Режим реанимации 2(ИВЛ) : 30(НМС).

Режим реанимации 30 (НМС) : 2(ИВЛ).

#### **5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ «МАКСИМ»**

Для запуска программы следует использовать иконку «Максим», созданную при установке программы. После запуска программы открывается её стартовое окно (рис. 1). Для начала работы необходимо нажать кнопку выбранного режима на мониторе компьютера или запустить тестовый режим с пульта.



Рис. 1. Стартовое окно программы. **Учебный**

### **режим**

Учебный режим используется для отработки отдельных элементов реанимации. Режим сопровождается звуковыми подсказками, текстовыми комментариями и рисунками. Для отключения звукового сопровождения необходимо в левом верхнем углу окна программы выбрать меню **Файл**, а затем – **Звук**. Для включения звука необходимо выполнить те же действия.

Учебный режим состоит из 5 этапов:

#### **1) Проверка состояния пострадавшего**

- проверка пульса
- состояние зрачков
- 2) Подготовка к проведению ИВЛ**
- дыхательные пути
- ремень

#### **3) Искусственная вентиляция легких (ИВЛ)**

#### **4) Непрямой массаж сердца (НМС)**

#### **5) Включение пульса**

Для навигации по учебному режиму используются кнопки «Назад» и «Вперед». Каждое из обрабатываемых действий можно повторить, нажав кнопку «Назад». Для перехода к следующему действию необходимо нажать кнопку «Вперед». Для выхода из учебного режима следует нажать кнопку «В начало».

Порядок действий:

#### **1 этап - Проверка состояния пострадавшего**

Проверить пульс на сонной артерии и состояние зрачков.

- **проверка пульса** (рис. 2) – «подушечками» пальцев определить пульсацию сонной артерии на передней поверхности шеи;



Рис. 2. Этап «Проверка состояния пострадавшего – проверка пульса».

- состояние зрачков (рис. 3) – оттянуть верхнее веко, посмотреть состояние зрачка.

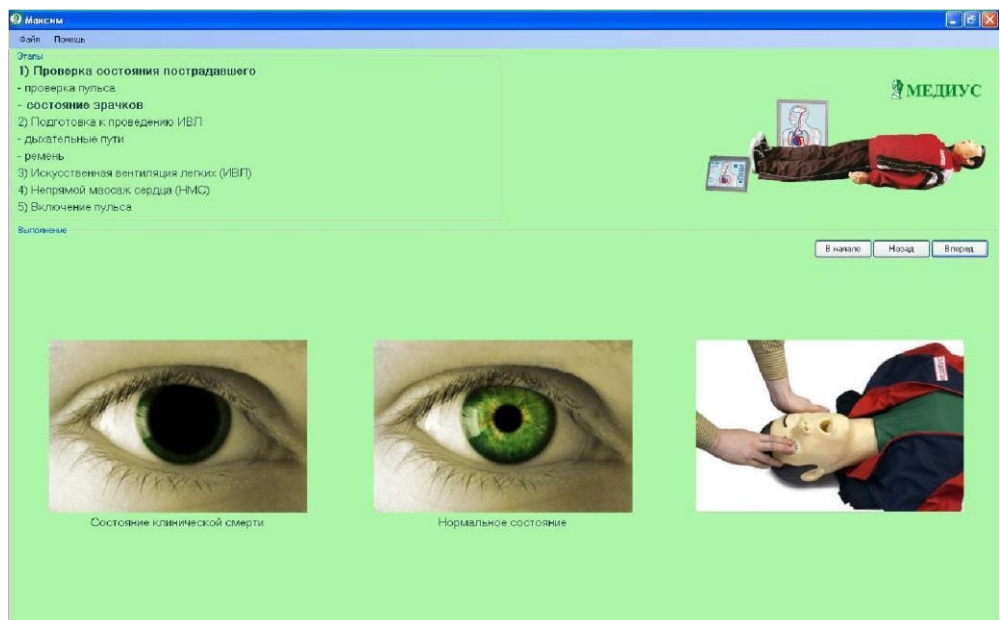


Рис. 3. Этап «Проверка состояния пострадавшего – состояние зрачков»

Пульс отсутствует, зрачки глаз тренажёра расширены – «Пострадавший» находится в состоянии клинической смерти. **2 этап – Подготовка к проведению ИВЛ**

- **дыхательные пути** (рис. 4) – запрокинуть голову пострадавшего в положение, обеспечивающее открытие дыхательных путей.



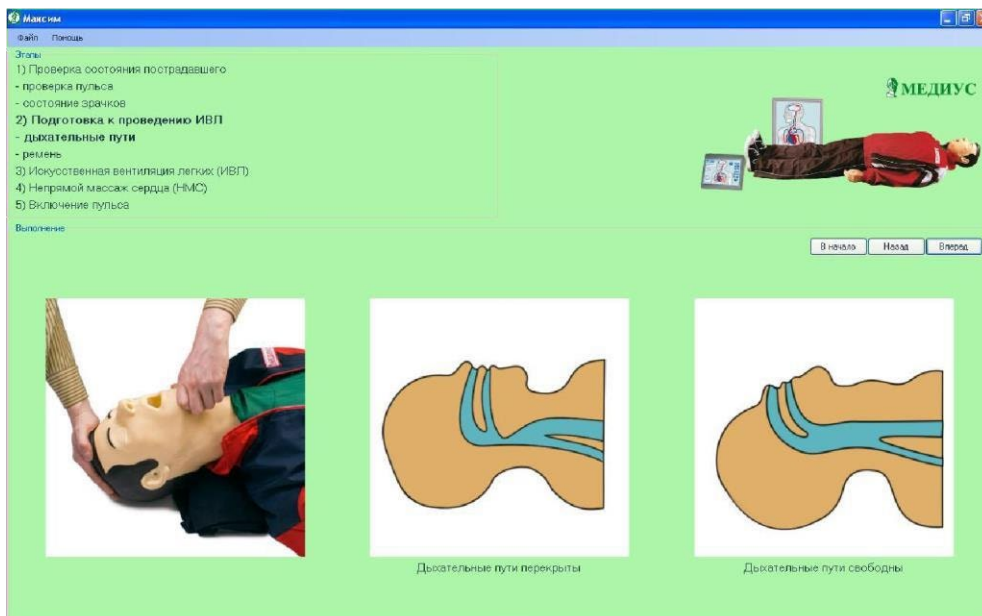


Рис. 4. Этап «Подготовка к проведению ИВЛ – дыхательные пути».

При угле запрокидывания  $150 \div 200$  на пульте контроля-управления включается зелёный сигнал – «Правильное положение».

- ремень (рис. 5) – расстегнуть поясной ремень.

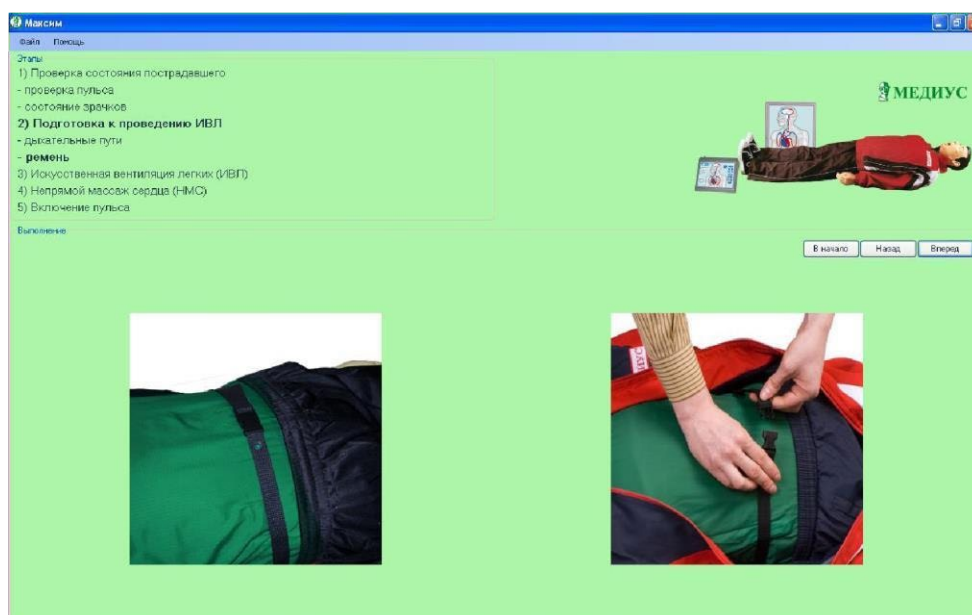


Рис. 5. Этап «Подготовка к проведению ИВЛ – ремень».

На пульте контроля-управления включается зелёный сигнал «Пояс расстегнут».



### 3 этап - Искусственная вентиляция лёгких (ИВЛ) (рис. 6)

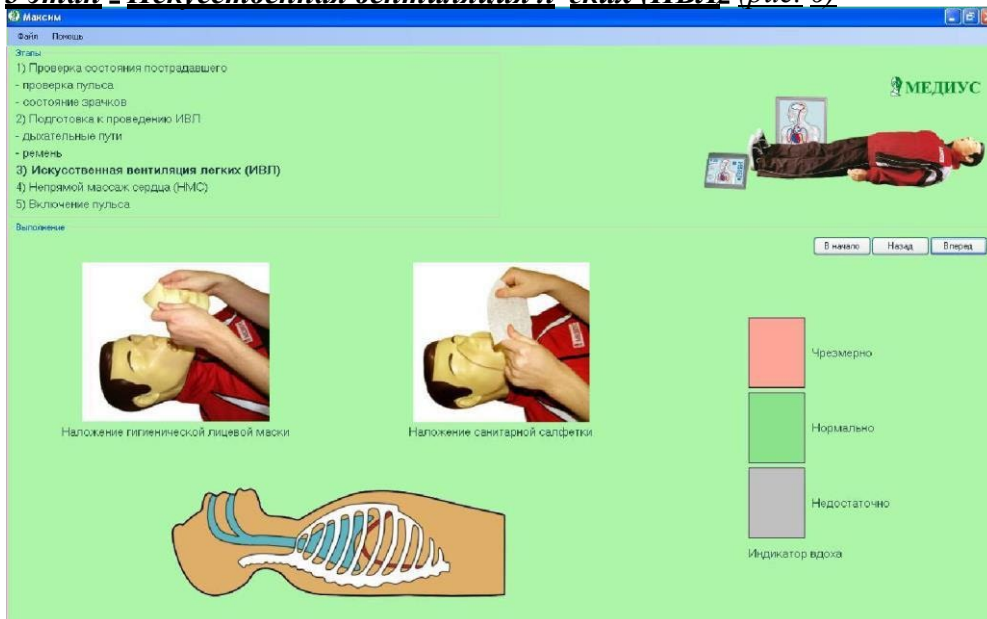


Рис. 6. Этап «Искусственная вентиляция лёгких (ИВЛ)».

Сразу после выполнения действия кратковременно (0.5 сек) изменяет цвет на более насыщенный поле индикатора вдоха

### «Нормально». 4 этап – Непрямой массаж сердца (НМС) (рис. 7)

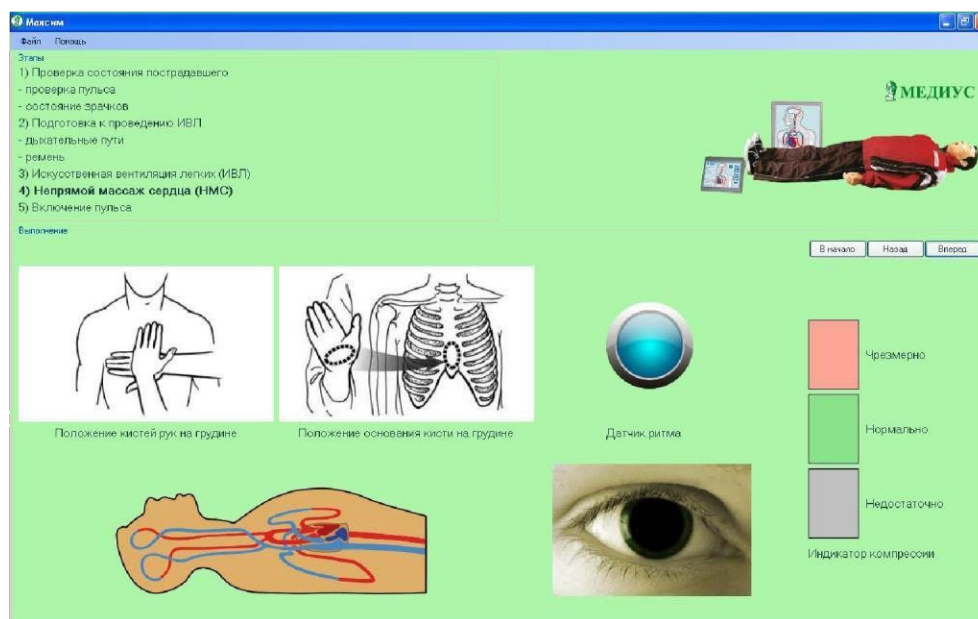


Рис. 7. Этап «Непрямой массаж сердца (НМС)».

На мониторе на шкале «Индикатор компрессии» при правильном выполнении действий кратковременно загорается зелёный сигнал «Нормально». При неправильном положении рук на грудине или смещении рук и нормальном нажатии, включается звуковой сигнал «Неправильное положение рук». В случае чрезмерного нажатия при правильном или неправильном положении рук звучит сигнал «Перелом ребер». Ритм нажатий задается световым сигналом датчика ритма. **5 этап – Включение пульса (рис. 8)**

Данный этап наглядно демонстрирует состояние пострадавшего после правильно проведенных реанимационных действий – появление пульса, сужение зрачков.

Включить кнопку «Пульс» на мониторе компьютера или на пульте контролеуправления.

- «подушечками» пальцев определить пульсацию сонной артерии на передней поверхности шеи;
- оттянув верхнее веко, посмотреть состояние зрачка – Нормальное (зрачок сужен). На мониторе отображается кровообращение, идет ЭКГ, зрачок сужен.

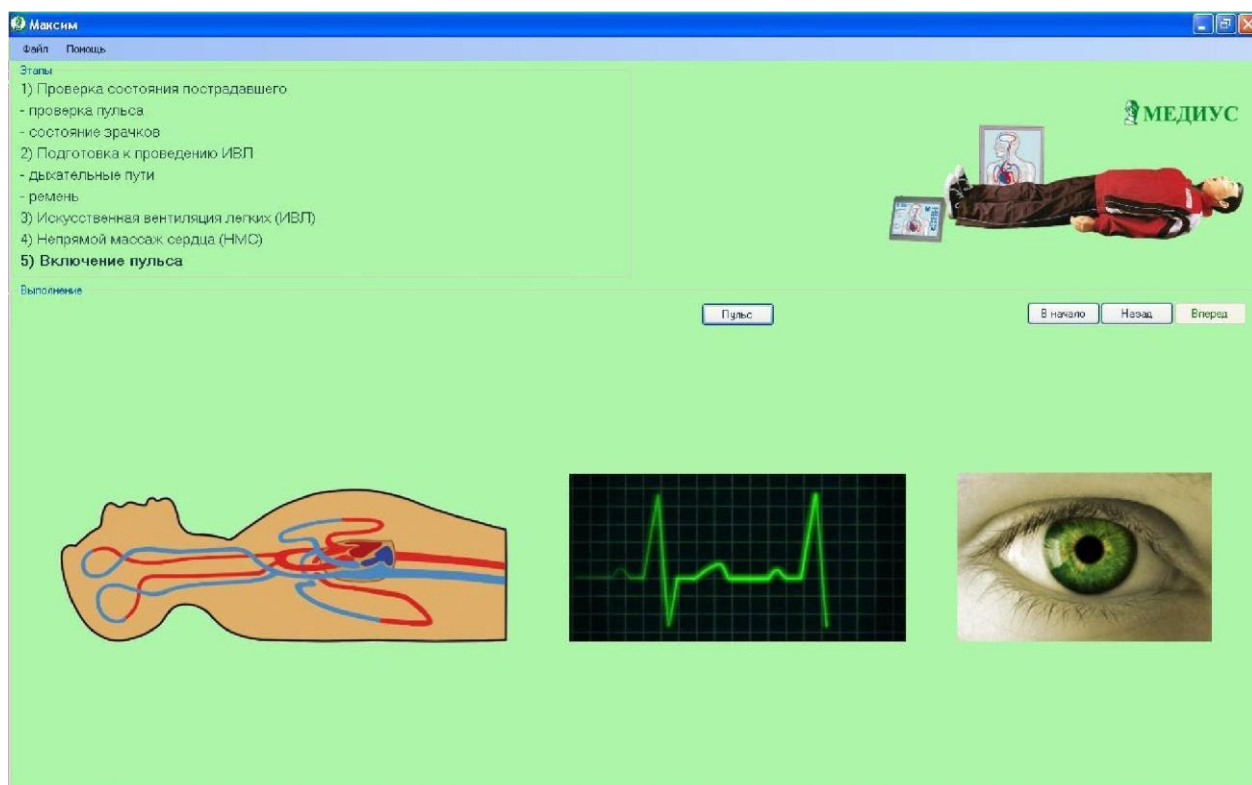


Рис. 8. Этап «Включение пульса».

Выключить кнопку «Пульс» – учебный режим закончен. Для выхода из учебного режима необходимо нажать кнопку «В начало» на мониторе компьютера или кнопку «Сброс» на пульте контроля-управления, при этом включится зелёный сигнал «Сброс» и звуковой сигнал. На мониторе отобразится стартовая картинка (рис. 1).

### **Тестовый режим**

Для запуска выбранного тестового режима следует нажать соответствующую кнопку в стартовом окне программы (рис. 1) или на пульте контроля-управления.

Тестовый режим проводится в течение одной минуты. Время отсчитывается сразу же после выбора одного из четырех режимов на мониторе или на пульте контроля-управления.

При выполнении теста необходимо строго соблюдать последовательность действий. Кроме того за отведённую минуту следует произвести вполне определённое количество реанимационных действий:

режим «2 : 15» – цикл 2 ИВЛ и 15 НМС повторить 5 раз,

режим «1 : 5» – цикл 1 ИВЛ и 5 НМС повторить 10 раз, режим

«2 : 30» – цикл 2 ИВЛ и 30 НМС повторить 2 раза, режим «30

: 2» – цикл 30 НМС и 2 ИВЛ повторить 2 раза.

Сразу после запуска тестового режима зрачки глаз тренажёра расширены, пульс отсутствует. При выполнении теста учитываются все реанимационные действия, в том числе и те, которые были совершены с ошибками. При каждом нажатии на грудную клетку наблюдается кратковременное сужение зрачков тренажера.

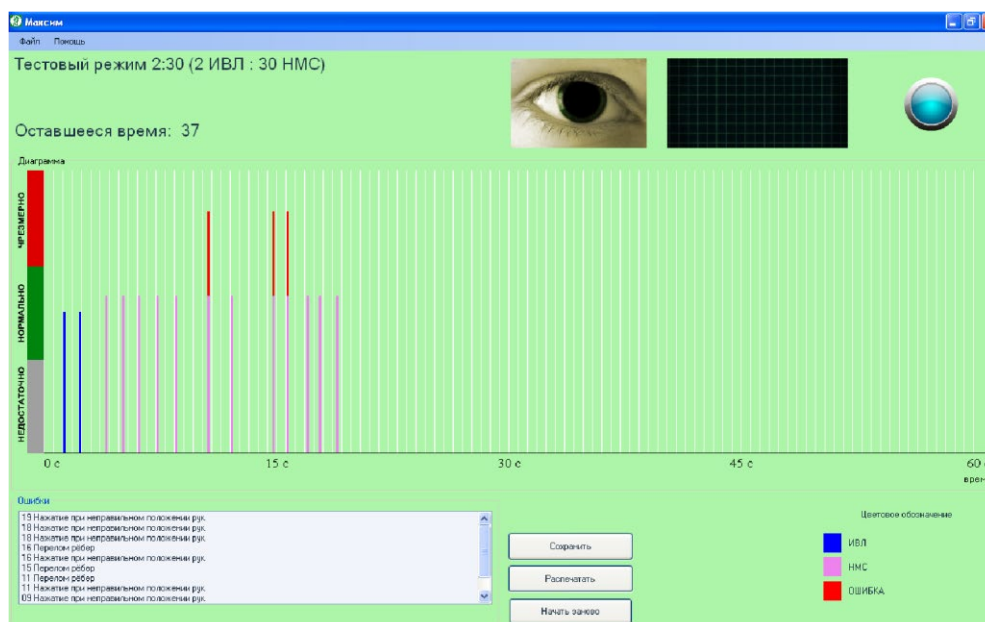


Рис. 9. Вид экрана компьютера в ходе тестового режима.

В ходе теста на монитор компьютера выводится следующая информация (рис. 9):

**Наименование выполняемого теста** – Тестовый режим 2:30 (2ИВЛ : 30 НМС).

**Секундомер** – показывает оставшееся время для прохождения теста – 37 сек.

**Датчик ритма** – цветовой и звуковой сигнал задаёт ритм выполнения НМС, который равен одному нажатию за 0,6 секунды.

**Диаграмма** – графически отображает выполненные действия за данный промежуток времени. Цветовое обозначение:

**белый цвет** – временные метки, интервал между метками – 0,6 сек;

**синий** – искусственная вентиляция легких (ИВЛ); **сиреневый** – непрямой массаж сердца (НМС);

**красный** – ошибки (перелом ребер при выполнении НМС, недостаточный или чрезмерный объем воздуха при выполнении ИВЛ).

**Ошибки** – фиксируются ошибки, сделанные при прохождении теста, с указанием времени. К ошибкам, при которых тест не прерывается, относятся выполнение НМС при неправильном положении рук, нажатие с усилием выше 252 кгс (перелом ребер), ИВЛ при неправильном положении головы. В остальных случаях тест прерывается.

Любое нарушение последовательности реанимационных действий, а также недостаточное количество произведенных действий приводит к остановке тестового режима и выдаче результата «Тест не пройден», при этом значки пострадавшего остаются расширенными, пульс отсутствует. Зрачок глаза на мониторе также расширен, ЭКГ отсутствует.

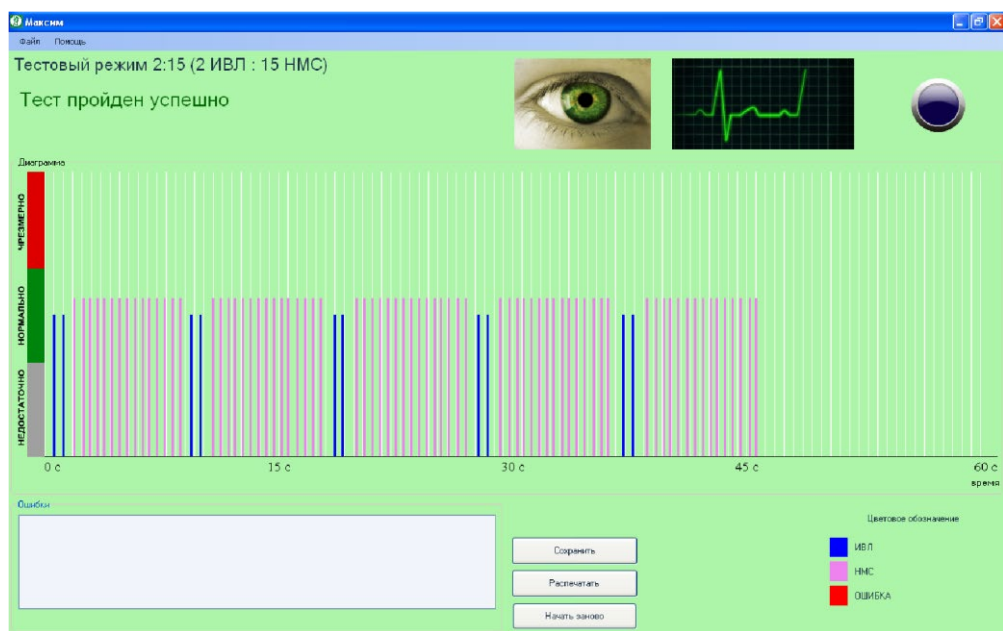


Рис. 10. Результат теста.

При выполнении требуемого количества реанимационных действий в правильной последовательности за интервал времени, не превышающий одну минуту, выдается результат «Тест пройден успешно» (см. рис. 10), при этом зрачки глаз тренажера сужаются, появляется пульс. Зрачок глаза на мониторе также сужен, идет ЭКГ. В поле «Ошибки» выводится список всех ошибок, допущенных в данном тесте.

Результат можно сохранить в формате JPG – для этого необходимо нажать на кнопку «Сохранить» или отправить на печать – для этого необходимо нажать на кнопку «Распечатать».

Для повторного выполнения теста или перехода в учебный режим необходимо нажать кнопку «Начать заново» на мониторе компьютера или кнопку «Сброс» на пульте контроля-управления. На мониторе отобразится стартовое окно программы (рис. 1).

### Практическая часть.

1. Каждый студент отрабатывает на тренажере практические навыки оказания первой помощи – реанимационные мероприятия – в режиме «2 : 15» – цикл 2 ИВЛ и 15 НМС. Повторить 5 раз.
2. Студенты разбиваются на пары и отрабатывают реанимационные мероприятия в режиме «1 : 5» – один студент выполняет цикл 1 ИВЛ, второй студент выполняет 5 НМС. Повторить 10 раз.
3. В случае успешного выполнения реанимации компьютерная программа автоматически фиксирует, что тест пройден.

### Лабораторная работа № 4

## ОКАЗАНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПРИ ТЕРМИНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ

### Оказание первой медицинской помощи при терминальных состояниях.

Терминальные состояния могут быть следствием различных причин: шока, инфаркта миокарда, массивной кровопотери, закупорки дыхательных путей или асфиксии, электротравмы, утопления, заваливания землей и т. д. В терминальном состоянии выделяют 3 фазы, или стадии:

- 1) преагональное состояние;
- 2) агония;

### 3) клиническая смерть. **Реанимация при остановке дыхания.**

Искусственное дыхание является единственным методом лечения состояний, при которых самостоятельное дыхание больного не может обеспечить достаточное насыщение крови кислородом.

Существуют различные методы искусственной вентиляции легких. Для проведения искусственного дыхания необходимо уложить больного на спину, расстегнуть стесняющую грудную клетку одежду и обеспечить свободную проходимость дыхательных путей. Если в полости рта или глотке имеется содержимое, его нужно быстро удалить пальцем, салфеткой, платком или при помощи любого отсоса. При проведении дыхания рот в рот голову пострадавшего удерживают в определенном положении. Проводящий реанимацию, сделав глубокий вдох и плотно прижав свой рот ко рту больного, вдвухает в его легкие свой выдыхаемый воздух. При этом рукой, находящейся у лба пострадавшего, необходимо зажать нос. Выдох осуществляется пассивно, за счет эластических сил грудной клетки. Число дыханий в минуту должно быть не менее 16-20.

Ни в коем случае нельзя начинать искусственное дыхание, не освободив дыхательные пути (рот и глотку) от инородных тел, слизи, пищевых масс.

**Основными симптомами остановки сердца, которые позволяют быстро поставить диагноз, являются:**

- 1) потеря сознания;
- 2) отсутствие пульса, в том числе на сонных и бедренных артериях;
- 3) отсутствие сердечных тонов;
- 4) остановка дыхания;
- 5) бледность или синюшность кожи и слизистых оболочек;
- 6) расширение зрачков;
- 7) судороги, которые могут появляться в момент потери сознания и быть первым заметным окружающим симптомом остановки сердца.

Необходимо немедленно приступить к реанимации - массажу сердца и искусственному дыханию. Следует помнить о том, что массаж сердца всегда должен проводиться одновременно с искусственным дыханием, в результате которого циркулирующая кровь снабжается кислородом. В противном случае реанимация бессмысленна.

При проведении наружного массажа сердца больного укладывают на спину на твердое основание (пол, земля). Ладонными поверхностями рук, наложенных одна на другую, надавливают на грудину с такой силой, чтобы прогнуть ее по направлению к позвоночнику на 4-5 см. Частота сжатий 50-70 в минуту. Руки должны лежать на нижней трети грудины, т. е. на 2 пальца выше мечевидного отростка. У детей массаж сердца следует проводить одной рукой.

Если реанимацию проводит один человек, то через каждые 15 сдавливаний грудины с интервалом в 1 с. он должен, прекратив массаж, произвести 2 сильных вдоха по методу рот в рот. При участии в реанимации двух человек следует производить одно раздувание легких после каждых 5 сдавливаний грудины. Эффективность массажа оценивают по признакам:

- 1) появление пульса на сонных, бедренных артериях;
- 2) сужение зрачков и появление реакции их на свет;
- 3) исчезновение синюшной окраски и "мертвенной" бледности; 4) последующее восстановление самостоятельного дыхания.

## **Понятие о мнимой и действительной смерти. Признаки смерти.**

Смерть состоит из двух фаз - клинической и биологической смерти. Во время клинической смерти, длящейся 5-7 минут, человек уже не дышит, сердце перестает биться, однако необратимые явления в тканях еще отсутствуют. В этот период организм еще можно оживить. По истечении 8-10 минут наступает биологическая смерть; в этой фазе спасти пострадавшему жизнь уже невозможно.

При установлении жив ли пострадавший или уже мертв, исходят из так называемых сомнительных и явных трупных признаков.

**Сомнительные признаки смерти:** пострадавший не дышит, биения сердца не определяется, отсутствует реакция на укол иглой, реакция зрачков на сильный свет отрицательная.

До тех пор, пока нет полной уверенности в смерти пострадавшего, мы обязаны оказывать ему помощь в полном объеме.

**Явные трупные признаки:** одним из первых глазных признаков является помутнение роговицы и ее высыхание. При сдавливании глаза с боков пальцами зрачок суживается и напоминает кошачий глаз.

Трупное окоченение начинается через 2-4 часа после смерти. Охлаждение тела происходит постепенно; появляются трупные синеватые пятна.

1. Вводная часть.
2. Общие принципы оказания первой медицинской помощи.
3. Правила и [техника](#) проведения искусственного дыхания и непрямого массажа сердца.
4. Первая помощь при обморожениях, обмороке, поражении [электрическим](#) током, при тепловом и солнечном ударах.
5. Правила оказания помощи утопающему.

1. Вводная часть.

*Чрезвычайными ситуациями (ЧС) принято называть обстоятельства, возникающие в результате аварий и катастроф в промышленности и на транспорте. Они сопровождаются разрушением зданий, сооружений, транспортных средств, инженерных коммуникаций, гибелью людей, уничтожением оборудования и материальных ценностей. Такие события требуют экстренных мер по ликвидации их последствий, проведению аварийно – спасательных и других неотложных [работ](#).*

В результате аварий и катастроф и других чрезвычайных ситуациях массовые поражения могут возникнуть внезапно и одновременно. Огромное количество раненых и пораженных будут нуждаться в первой медицинской помощи. Медперсонала на каждого просто не хватит, да и прибыть в район бедствия они могут не всегда быстро, как этого требует ситуация.

Несчастные случаи часто происходят в таких условиях, что нет возможности быстро сообщить об этом на станцию «Скорой помощи». В этих условиях очень важно экстренно оказать пострадавшему первую медицинскую помощь. Она является неотъемлемой частью лечения травм и различных внезапно возникающих состояний.

Поэтому приемами и способами первой медицинской помощи при терминальных состояниях должен владеть каждый человек.

Знание приемов оживления, а также признаков жизни и смерти является наиболее важным моментом в мероприятиях по оказанию первой медицинской помощи.

Оказывая первую помощь, необходимо руководствоваться следующими принципами: - руководство по оказанию первой помощи должен брать на себя один человек; оказывают помощь не суетясь, спокойно, уверенно;



- особую осторожность надо проявлять в случаях, когда приходится извлекать пострадавшего из автомобиля, из-под обломков при обвалах и т. д.; неумелые действия в таких случаях могут усилить страдания и усугубить тяжесть повреждения;
- пострадавшего укладывают в безопасное место, ослабляют стягивающие части одежды, пояс, воротник;
- оказав первую помощь, пострадавшего немедленно отправляют в ближайшее лечебное учреждение.

## 2. Общие принципы оказания первой медицинской помощи.

Первая медицинская помощь представляет собой комплекс срочных мероприятий, направленных на сохранение жизни и здоровья пострадавших при травмах, [несчастных случаях](#), отравлениях и внезапных заболеваниях.

Время от момента травмы, отравления до момента получения помощи должно быть предельно сокращено. Оказывающий помощь обязан действовать решительно, но обдуманно и целесообразно.

Прежде всего необходимо принять меры к прекращению воздействия повреждающих факторов.

Важно уметь быстро и правильно оценить состояние пострадавшего. При осмотре сначала устанавливают, жив он или мертв, затем определяют тяжесть поражения, продолжается ли кровотечение. Во многих случаях попавший в беду человек теряет сознание.

Оказывающий помощь должен уметь отличить потерю сознания от смерти.

### ПРИЗНАКИ ЖИЗНИ:

- наличие пульса на сонной артерии. Для этого указательный и средний пальцы прикладывают к углублению на шее спереди от верхнего края грудины – ключично – сосцевидной мышцы, которая хорошо выделяется на шее;
- наличие самостоятельного дыхания. Устанавливается по движению грудной клетки, по увлажнению [зеркала](#), приложенного ко рту и носу пострадавшего;
- реакция зрачка на свет. Если открытый глаз пострадавшего заслонить рукой, а затем быстро отвести ее в сторону, то наблюдается сужение зрачка.

При обнаружении признаков жизни необходимо немедленно приступить к оказанию первой помощи.

Нужно выявить, устранить или ослабить угрожающие жизни проявления поражения – кровотечение, остановка дыхания и сердечной деятельности, нарушение проходимости дыхательных путей, сильная боль.

Следует помнить, что отсутствия сердцебиения, пульса, дыхания и реакции зрачков на свет еще не означает, что пострадавший мертв.

Оказание помощи бессмысленно при явных признаках смерти:

- помутнение и высыхание роговицы глаза;
- при сдавливании глаза с боков пальцами зрачок сужается и напоминает кошачий глаз; - появление трупных пятен и трупного окоченения.

Во всех случаях оказания первой помощи необходимо принять меры по доставке пострадавшего в лечебное учреждение или вызвать «скорую помощь». Вызов медработника не должен приостанавливать оказание первой медицинской помощи.

Следует помнить, что оказание помощи связано с определенным риском. При контакте с кровью и другими выделениями пострадавшего в некоторых случаях возможно заражение инфекционными заболеваниями, в т. ч. сифилисом, СПИДом, инфекционным гепатитом, поражение электрическим током, утопление при захвате пострадавшим, а также

получение травматических и термических повреждений. Это ни в коем случае не освобождает от гражданской и моральной ответственности по оказанию медицинской помощи пострадавшим, но требует знания и соблюдения простейших мер [безопасности](#).

При необходимости контакта с кровью и другими выделениями необходимо надеть резиновые перчатки, при их отсутствии, окутать руку целлофановым пакетом.

При извлечении из воды утопающего нужно подплыть к нему сзади и крайне осторожно. Лучше извлекать человека с помощью палки, ремня, веревки или другого предмета. При пожаре необходимо принимать меры по предупреждению отравления продуктами сгорания, для чего срочно вывести или вынести пострадавшего из опасной зоны. При оказании помощи в [автомобильной аварии](#) пострадавшего выносят с проезжей части дороги и обозначают место аварии хорошо видимыми знаками.

3. Правила и техника проведения искусственного дыхания и непрямого массажа сердца.

Процесс дыхания состоит из ритмично повторяющихся вдохов и выдохов. При вдохе, благодаря сокращению определенных мышц, грудная клетка расширяется, воздух заполняет легкие. Вслед за этим мышцы расслабляются, грудная клетка опадает, сжимая легкие и вытесняя из них воздух, происходит выдох. Частота дыхания у взрослого человека 16-18 раз в минуту.

При нарушении или остановке у пораженного естественного дыхания ему делают искусственное дыхание. При его осуществлении следует соблюдать ряд правил: - по возможности обеспечить приток к пораженному свежего воздуха, освободить его от стесняющей одежды, расстегнуть воротник, ремень, лифчик;

- при наличии во рту пораженного рвотных масс, песка, земли и других веществ, закупоривающих горло, - очистить рот от них указательным пальцем, обернутым платком или куском марли;

- если язык запал, вытянуть его;

- соблюдать нормальный ритм дыхания (16-18 раз в минуту) и синхронность движений.

Существует несколько способов искусственного дыхания.

На незараженной местности чаще пользуются способом «изо рта в рот». Этот способ основан на активном вдувании воздуха в легкие пораженного. Для этого его кладут на спину и запрокидывают голову назад. Чтобы удержать ее в таком положении, под лопатки подкладывают что-нибудь твердое. Удерживая одной рукой голову пораженного в указанном положении, другой рукой ему оттягивают нижнюю челюсть книзу так, чтобы рот был полуоткрыт. Сделав глубокий вдох, оказывающий помощь прикладывает через платок или кусок марли свой рот ко рту пораженного и вдыхает в него воздух из своих легких в течение 2 с. Одновременно пальцами руки, удерживающей голову, он сжимает пораженному нос. Грудная клетка пострадавшего при этом расширяется - происходит вдох. Затем оказывающий помощь отнимает свои губы ото рта пораженного и,



Рис. 1. Проведение искусственного дыхания (а) и непрерывного массажа сердца (б)



надавливая руками в течение 2-3 с. на его грудную клетку, выпускает воздух из легких - происходит выдох (рис. 1). Эти действия повторяют 16-18 раз в минуту.

Вдувание воздуха в легкие пораженного можно производить и через [специальную](#) трубку - воздуховод.

Наряду с остановкой дыхания у пораженного может прекратиться деятельность сердца. В этом случае одновременно с искусственным дыханием следует произвести так называемый непрямой массаж сердца. Если помощь оказывают два лица, то один делает искусственное дыхание по способу «изо рта в рот», второй же, встав возле пораженного с левой стороны, кладет ладонь одной руки на нижнюю треть его грудины, а вторую руку - на первую и при выдохе пораженного ритмически делает 3-4 толчкообразных надавливания. Если помощь оказывает один человек, то, надавив несколько раз на грудину, он прерывает массаж и один раз вдувает воздух в легкие пораженного, затем повторяет надавливания на грудину и вдувает воздух. И так до тех пор пока пораженный не начнет самостоятельно дышать.

4. Первая помощь при отморожениях, обмороке, поражении электрическим током, при тепловом и солнечном ударах. Правила оказания помощи утопающему.

## ОТМОРОЖЕНИЕ

---

Оно возникает только при длительном воздействии низких температур окружающего воздуха, при соприкосновении тела с холодным металлом на морозе, жидким или сжатым воздухом или сухой углекислотой. Но не обязательно отморожение может наступить только на морозе. Известны случаи, когда отморожение наступало при температуре воздуха и выше 0°С при повышенной [влажности](#) и сильном ветре, особенно если на человеке мокрая одежда и обувь. Предрасполагают к отморожению также общее ослабление организма вследствие перенапряжения, утомления, голода и алкогольного опьянения.

---

Чаще всего подвергаются отморожению пальцы ног и рук, ушные раковины, нос и щеки. Необходимо как можно быстрее восстановить кровообращение отмороженных частей тела путем их растирания и постепенного согревания. Пострадавшего желательно занести в теплое помещение с [комнатной](#) температурой и продолжать растирание отмороженной части тела. Если побелели щеки, нос, уши, достаточно растереть их чистой рукой до покраснения и появления покалывания и жжения. Лучше всего растирать отмороженную часть спиртом, [водкой](#), одеколоном или любой шерстяной тканью, фланелью, мягкой перчаткой. Снегом растирать нельзя, так как снег не согревает, а еще больше охлаждает отмороженные участки и повреждает кожу.

Обувь с ног следует снимать крайне осторожно, чтобы не повредить отмороженные пальцы. Если без усилий это сделать не удастся, то обувь распарывается ножом по шву голенища. Одновременно с растиранием пострадавшему надо дать горячий чай, [кофе](#). После порозовения отмороженной конечности ее надо вытереть досуха, протереть спиртом или водкой, наложить чистую сухую повязку и [утеплить](#) конечность ватой или тканью. Если кровообращение плохо восстанавливается, кожа остается синюшной, следует предположить глубокое отморожение и немедленно пострадавшего отправить в больницу.

## ШОК И ОБМОРОК

---

При обширных повреждениях - ранениях, переломах, ожогах - у пострадавшего может наступить шок, т. е. резкий упадок сил и угнетение всех жизненных функций организма. Шок возникает от перенапряжения нервной системы в связи с сильными болевыми

раздражениями, кровопотерей и по другим причинам. Шок сопровождается резким упадком сердечной деятельности, в результате чего пульс слабеет, а иногда и вовсе не прослушивается. Лицо становится серым, с заострившимися чертами, покрывается холодным потом. Пораженный безразличен к окружающему, хотя сознание его и сохраняется. Он не реагирует на внешние раздражения, даже на прикосновение к ране и движение поврежденной конечности.

Пораженным, находящимся в шоковом состоянии, необходима немедленная помощь. Прежде всего нужно устранить боль. Если есть возможность, следует ввести болеутоляющие средства (промедол, морфин, пантопон) и применить сердечные - камфару, кофеин. Пораженного нужно согреть, укрыть [одеялом](#), обложить грелками, дать крепкий чай, вино, в холодное время года внести в теплое помещение.

Если у пораженного, находящегося в состоянии шока, не повреждены органы брюшной полости, рекомендуется давать пить воду, растворив в 1 л одну чайную ложку питьевой соды и 1/2 чайной ложки пищевой соли.

Обморок - внезапная кратковременная потеря сознания. Причиной обморока бывают большие потери крови, нервное потрясение (испуг, страх), переутомление. Обморок характеризуется побледнением кожных покровов, губ, похолоданием конечностей. Сердечная деятельность ослабляется, пульс едва прощупывается. Обморочное состояние иногда бывает очень кратковременным, продолжаясь всего несколько секунд. В других случаях обморок не проходит через 5-10 мин. и более. Продолжительное обморочное состояние опасно для жизни.

Для оказания помощи пораженному его нужно вынести на открытое место, куда свободно поступает свежий воздух, придать горизонтальное положение, а ноги приподнять выше головы, чтобы вызвать прилив крови к голове. Для облегчения дыхания пораженного освобождают от стесняющей одежды: расстегивают или надрезают воротник, лифчик, снимают пояс и прочее.

Чтобы вынести пораженного из обморочного состояния, необходимо обрызгать его лицо холодной водой или дать понюхать нашатырный спирт, медленно поднося к носу смоченный в спирту кусок ваты или кончик носового платка. Нашатырным спиртом натирают также виски.

## СОЛНЕЧНЫЙ И ТЕПЛОВОЙ УДАРЫ

---

Перегревание головы на солнце может привести к солнечному удару. Первые признаки солнечного удара - покраснение лица и сильные головные боли. Затем появляются тошнота, головокружение, потемнение в глазах и, наконец, рвота. Человек впадает в бессознательное состояние, у него появляется одышка, ослабевает сердечная деятельность.

Тепловой удар - [болезненное](#) состояние, возникшее вследствие перегрева всего тела. Причинами такого перегревания могут быть высокая внешняя температура, плотная одежда, задерживающая испарения кожи, и усиленная физическая работа. Тепловые удары случаются не только в жаркую погоду. Они бывают в горячих цехах, в банях, при работе в защитных [комбинезонах](#) и слишком душных помещениях. При перегревании тела у человека появляются вялость, усталость, головокружение, головная боль, сонливость. Лицо краснеет, дыхание затруднено, температура тела повышается до 40°C. Если не будут устранены причины перегревания, наступает тепловой удар. Человек теряет сознание, падает, бледнеет, кожа становится холодной и покрывается потом. В таком состоянии пораженный может погибнуть.

Как при солнечном, так и при тепловом ударе пораженного нужно уложить в тени на свежем воздухе и провести те же мероприятия, что и при обмороке. Если пораженный не дышит, необходимо делать искусственное дыхание.

## ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

При соприкосновении с неизолированными [электрическими проводами](#) человек может быть поражен электрическим током. При этом у него может наступить кратковременная или длительная потеря сознания, сопровождающаяся остановкой дыхания и расстройством сердечной деятельности. Появляются ожоги у мест входа и выхода тока. В некоторых случаях поражения током вызывает мгновенную смерть.

Для оказания помощи пораженному, прежде всего надо прекратить дальнейшее воздействие на него тока, выключив рубильник, отбросив сухой палкой провод или оттащив самого пораженного. При этом нельзя касаться ни провода, ни пораженного голыми руками. Если нет резиновых перчаток, оказывающий помощь должен обмотать свои руки какой-либо частью одежды, сухой тряпкой, если можно желательнее надеть резиновую обувь или встать на сухую доску. Оттаскивая пораженного, нужно брать его не за тело, а за одежду.

Если пораженный находится в бессознательном состоянии, но дышит самостоятельно, делают то же, что и при обмороке. На места, где от соприкосновения с током образовались ожоги, накладывают стерильную повязку. Если пораженный не дышит, немедленно проводят искусственное дыхание. **5. Правила оказания помощи утопающему.**

После извлечения утопающего из воды нужно положить его животом вниз к себе на колено (рис.2) или на сложенную валиком одежду, бревно и несколько раз нажать руками ему на спину, чтобы удалить воду из дыхательных путей. Затем пальцем, обернутым в платок, следует разжать пострадавшему губы, раскрыть рот, очистить нос и глотку от пены, грязи и тины. После этого уложить его на спину, максимально запрокинуть голову, вытянуть язык и следить, чтобы он не запал. После этого следует немедленно приступить к проведению искусственного дыхания.

### Лабораторная работа 5. Оценка уровня здоровья методом анкетирования

Количественная оценка уровня здоровья (психического и соматического), опирающаяся на экспресс-анкетирование, позволяет выявлять людей группы риска, осуществлять мониторинг уровня здоровья, дает основание для направления человека к специалистам для углубленной диагностики.

Самооценка особенностей своего поведения, переживаний, сопровождающих внутренние процессы в организме, может дать очень важную информацию для дальнейшей более глубокой работы с человеком. Нарушения внешних форм поведения связаны с особыми целостными понятиями - [синдромами](#), объединяющими набор [симптомов](#) - признаков нарушений в психической или телесной (соматической) сфере человека. Выраженность одного или нескольких синдромов, с одной стороны, отражает существенные проблемы с социальной адаптацией, с другой стороны, свидетельствует о наличии проблем с уровнем здоровья обследуемого.



Рис. 2. Удаление воды из дыхательных путей утопающего

Достоинствами анкетного метода оценки здоровья являются его быстродействие и возможность оценки значительных по численности контингентов. Информативность данного метода, по мнению разработчиков, составляет 50 – 80 %.

Анкета, заполняемая обследуемым, построена по нозологическому и функционально-системному принципам и включает в себя вопросы, позволяющие выделить двенадцать синдромов: 1) астенический; 2) невротический; 3) истероподобный; 4) психастенический; 5) патохарактерологический; 6) цереброастенический; 7) ЛОР; 8) желудочно-кишечного тракта (ЖКТ); 9) сердечно-сосудистый; 10) анемический; 11) аллергический; 12) вегето-сосудистой дистонии. Первый блок вопросов.

1. Астенический синдром - поведение, характеризующееся повышенной утомляемостью, истощаемостью, ослаблением или утратой способности к продолжительному физическому или умственному напряжению, раздражительностью, частой сменой настроения, слезливостью, капризностью, вегетативными расстройствами. По преобладанию явлений потери самообладания, несдержанности, раздражительности или, наоборот, быстрой истощаемости, раздражительной слабости выделяют гиперстенический или гипостенический астенический синдромы.

2. Невротический синдром - поведение, характеризующееся субъективными переживаниями (чувство тревоги, собственной неполноценности, страх высоты, замкнутых пространств, навязчивые мысли, воспоминания и т.д.), соматовегетативными расстройствами (нарушенный сон, плохой аппетит, рвота, диарея, учащенное сердцебиение и т.д.).

3. Истероподобный синдром - для поведения человека характерны беспредельный эгоцентризм, ненасытная жажда постоянного внимания к своей особе, восхищения, удивления, почитания, сочувствия. Лживость и фантазирование целиком направлены на приукрашивание своей персоны. Кажущаяся эмоциональность в действительности оборачивается отсутствием глубоких искренних чувств при большой экспрессии эмоций, театральности, склонности к рисовке и позерству.

4. Психастенический синдром - для поведения человека характерны: нерешительность и склонность к пространственным рассуждениям, тревожная мнительность и любовь к самоанализу и, наконец, легкость формирования навязчивых страхов, опасений, действий, ритуалов, мыслей, представлений.

5. Патохарактерологический синдром - особенности поведения, связанные с "плохим характером", реакциями протеста, асоциальным поведением, обусловленными психотравматической ситуацией в детском возрасте и (или) неправильным воспитанием.

6. Цереброастенический синдром - поведение, с представленными симптомами мозгового (церебрального) происхождения (головокружение, психосенсорные расстройства и т.д.), связывающих с отставанием развития центральной нервной системы.

7-11. Еще пять блоков вопросов относятся к симптомокомплексам, отражающим состояние таких функциональных систем, как система "ухо-горло-нос" (ЛОР), желудочнокишечная (ЖКТ), сердечно-сосудистая, кроветворения (анемический синдром), иммунная (аллергический синдром).

12. Последний блок - вегето-сосудистая дистония, для которого характерен комплекс симптомов, отражающих состояние вегетативной нервной системы. Этот синдром объединяет признаки нарушения регуляции сосудистого русла организма (водного баланса, терморегуляции, потоотделения и т.д.), и, как правило, формируется под воздействием травматических психических факторов.

Каждый блок вопросов включает десять наиболее характерных симптомов, которые оцениваются по двум параметрам: по частоте встречаемости (редко - 1 балл, часто - 2 балла, постоянно - 3 балла) и по силе выраженности (слабо - 1 балл, умеренно - 2 балла, сильно - 3 балла).

**Оборудование:** анкета, инструкция по заполнению анкеты и проведения анализа результатов.

**Ход работы:**

Ознакомить обследуемого с инструкцией по заполнению анкеты.

"В предлагаемой Вашему вниманию анкете содержится перечень признаков по различным функциональным системам. Если какие-либо из этих признаков, по Вашему мнению, имеют отношение к Вам, Вашему поведению или самочувствию, оцените в баллах, как часто и как сильно эти признаки у Вас выражены, если признака нет - поставьте в графах "Частота проявления" и "Сила" - 0 (ноль)."

**Частота проявления признаков**

- 0 баллов — отсутствие
- 1 балл — редко
- 2 балла — часто
- 3 балла — постоянно

**Сила (выраженность) признаков**

- 0 баллов — отсутствие
- 1 балл — слабая
- 2 балла — средняя
- 3 балла — сильная

Провести анкетирование.

ПРИЗНАК	Частота проявления	Сила (выраженность)
<i>Замечаетели Вы:</i>		
1.1. Головную боль		
1.2. Пассивность в общении (необщительность)		
1.3. Невнимательность (отвлекаемость)		
1.4. Сонливость в течение дня		
1.5. Медлительность, вялость		
1.6. Снижение настроения		
1.7. Быструю утомляемость		
1.8. Снижение работоспособности		
1.9. Ослабление памяти		
1.10. Затрудненное понимание		
2.1. Раздражительность		
2.2. Слабый аппетит		
2.3. Беспокойный сон		
2.4. Тревожность		
2.5. Высокую подвижность		
2.6. Сердцебиение, повышенную потливость		
2.7. Немотивированные страхи		
2.8. Тики, дрожание пальцев, верхних век		

2.9. Нарушение речи при волнении		
2.10. Обмороки		
3.1. Склонность к фантазированию		
3.2. Внушаемость (доверчивость)		
3.3. Капризность		
3.4. Кокетливость		
3.5. Демонстративное (показное) поведение		
3.6. Обидчивость		
3.7. Желание командовать, понукать		
3.8. Эгоизм		
3.9. Эмоциональную несдержанность		
3.10. При волнении ощущение «кома» в горле		
4.1. Нерешительность		
4.2. Неуверенность в себе		
4.3. Робость, застенчивость		
4.4. Мнительность		
4.5. Педантичность, скрупулезность, обязательность		
4.6. Брезгливость		
4.7. Постоянное опасение за свое здоровье		
4.8. Веру в приметы		
4.9. Навязчивые мысли, движения и т.д.		
4.10. Постоянные сомнения во всем		
5.1. Нелюдимость		
5.2. Высокомерие, надменность		
5.3. Неуживчивость		
5.4. Упрямство		
5.5. Одержимость идеями, влечениями		
5.6. Импульсивность (эмоциональная взрывчатость)		
5.7. Тиранство по отношению к близким		
5.8. Злобность		
5.9. Мстительность		
5.10. Жестокость		
6.1. Были ли у вас травмы головы (ушибы, сотрясения)		
6.2. Распирающую боль в голове. Головокружения		
6.3. Быструю физическую и психическую истощаемость		
6.4. Вспыльчивость		
6.5. Конфликтность		

6.6. Непереносимость жары, духоты		
6.7. Нарушения координации движений (неточность, неустойчивость, пошатывание)		

6.8. Помрачения сознания		
6.9. Судорожные явления		
6.10. Агрессивность		
7.1. Подверженность простудным заболеваниям или ангинам		

7.2. Боли в горле		
7.3. Першение в горле по утрам		
7.4. Затрудненное носовое дыхание		
7.5. Постоянный или длительный насморк		
7.6. Боль в области лба, скуловой части лица		
7.7. Снижение слуха		
7.8. Боль в ухе		
7.9. Гноетечение из уха		
7.10. Охриплость		
8.1. Боли в животе, не связанные с приемом пищи		
8.2. Боли в животе после еды		
8.3. Боли в животе до еды		
8.4. Снижение аппетита		
8.5. Тошноту		
8.6. Отрыжку		
8.7. Изжогу		
8.8. Рвоту		
8.9. Запоры		
8.10. Поносы		
9.1. Учащенный или неровный пульс, сердцебиение		
9.2. Слабость		
9.3. Сниженную работоспособность		
9.4. Тяжесть в голове		
9.5. Одышку		
9.6. Обморочные явления		
9.7. Потемнение в глазах, головокружения		
9.8. Синюшность кожи, губ		
9.9. Отечность стоп (припухлость)		
9.10. Боль в сердце		
10.1. Бледность кожи, особенно ушей		
10.2. Бледность слизистых оболочек		

10.3. Утомляемость		
10.4. Слабость		
10.5. Сонливость		
10.6. «Перебои» сердца		
10.7. «Дурноту», обмороки		
10.8. Кровоточивость (кровотечение носом)		
10.9. Ухудшение аппетита		
10.10. Отставание в весе		
11.1. Сыпь на коже		
11.2. Изменение цвета кожи		
11.3. Зуд		
11.4. Одышку		
11.5. Насморк, слезотечение		
11.6. Эмоциональную неуравновешенность		
11.7. Частые простудные состояния		
11.8. Тяжесть в голове		
11.9. «Схватки» в животе, поносы		
11.10. Нарушения сна		
12.1. Неустойчивость настроения		
12.2. Повышенную эмоциональную возбудимость		
12.3. Неприятные ощущения в области сердца		
12.4. Желудочно-кишечные и мочеполовые нарушения		
12.5. Общий дискомфорт: слабость, утомляемость, расстройства сна		
12.6. Потливость, особенно ладоней рук при волнении		
12.7. Зябкость		
12.8. Покраснение или побледнение лица и шеи при волнении		
12.9. Головокружение		
12.10. Моменты «помрачения» сознания, обмороки		

При анализе результатов количественной оценки частоты проявлений и силы выраженности симптомов в каждом блоке выводится интегральный коэффициент (сумма баллов по частоте и силе), или показатель болезненности, который и является основным показателем степени неблагополучия в том или ином блоке симптомокомплексов, а, следовательно, и уровня здоровья.

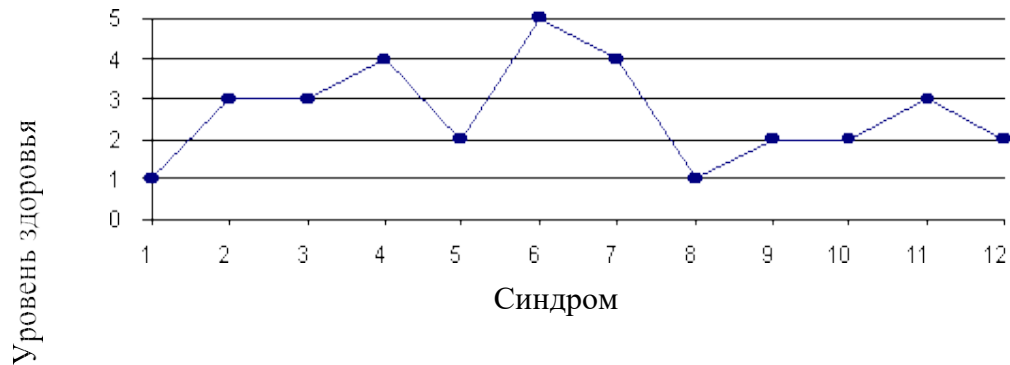
Исходя из результатов вычисления интегрального показателя, определить уровень здоровья по каждому синдрому.

Сумма баллов                      Уровень здоровья (резервов)  
От 0 до 12                      Высокий - 1



От 13 до 24	Выше среднего - 2
От 25 до 36	Средний - 3
От 37 до 48	Ниже среднего - 4
От 49 до 60	Низкий - 5

Построить график профиля здоровья. По оси ординат расположить уровни здоровья (1 - 5), по оси абсцисс указать симптомокомплексы (синдромы) (см. рисунок).



*Профиль здоровья: синдром:*

- 1 – астенический ;
- 2 – невротический ;
- 3 – истероподобный ;
- 4 – психастенический ;
  
- 5 – патахарактерологический ;
- 6 – церебро астенический ;
- 7 – ЛОР ;
- 8 – ЖКТ ;
- 9 – сердечно-сосудистый;
- 10 – анемический;
- 11 – аллергический;
- 12 – вегето-сосудистой дистонии

Сформулировать вывод. Определить средний уровень здоровья по всем синдромам (среднеарифметическое от всех синдромов). Указать синдром (синдромы) с максимально неблагоприятным уровнем здоровья.

**Лабораторная работа № 6**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**  
**В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

**Цель работы:**

1. Исследование метеорологических условий на рабочих местах в производственных помещениях.
2. Изучение принципов нормирования и методов контроля параметров воздушной среды.

Метеорологические условия (микроклимат) производственных помещений - это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

Воздушная среда производственных помещений оказывает существенное влияние на самочувствие и здоровье человека.

ГОСТ 12.1.005-88. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (см. планшет) устанавливает оптимальные и допустимые значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений с учетом времени года (холодный и переходный периоды с температурой наружного воздуха ниже  $+10^{\circ}\text{C}$  и тёплый - с температурой  $+10^{\circ}\text{C}$  и выше), категории работы (легкая, средней тяжести и тяжелая), характеристики помещения по теплоизбыткам (помещения с незначительными и со значительными  $20 \text{ ккал/м}^3\text{ч}$  и более избытками явного тепла).

В условиях производства человек находится под комплексным воздействием температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха существенно влияют на самочувствие человека. При температуре  $20-23^{\circ}\text{C}$  и скорости движения воздуха  $0.2 \text{ м/с}$  оптимальной считается относительная влажность  $40-60\%$ . Влажность более  $75\%$  вызывает неприятные теплоощущения и при высокой температуре окружающего воздуха (более  $+28^{\circ}\text{C}$  в тёплый период) способствует перегреванию человека.

Воздействие метеорологических условий на человека определяется процессом теплообменом между организмом человека и окружающей средой. В условиях производства человек должен иметь нормальный тепловой обмен с окружающей средой, то есть количество тепла, вырабатываемое организмом в единицу времени, должно быть равно количеству тепла, отдаваемого с поверхности тела человека в окружающую среду.

Человеческий организм обладает способностью терморегуляции, то есть способностью поглощать или отдавать определенное количество тепла, сохраняя при этом температуру тела почти постоянной ( $36.5-37^{\circ}\text{C}$ ).

В случае недостаточной или избыточной теплоотдачи (конвекцией, излучением и испарением влаги) с поверхности тела человека в окружающую среду нарушается тепловое равновесие (баланс) и наступает перегрев или переохлаждение организма, что приводит к нарушению нормального самочувствия человека.

Комплексное воздействие на организм человека оптимальных (или допустимых) метеорологических параметров создает тепловое равновесие между телом человека и окружающей средой, обеспечивает нормальный режим терморегуляции, что исключает возможность перегрева или переохлаждения организма человека и не может отрицательно влиять на состояние здоровья человека и производительность труда.

Сочетание параметров микроклимата (температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха) должно быть таким, чтобы тепловое равновесие соответствовало зоне хорошего самочувствия человека, то есть зоне «комфорта».

Для оценки комфортности метеорологических условий вводятся условные единицы измерений, так называемые эквивалентная и эквивалентно-эффективная температуры (ЭТ и ЭЭТ). Эквивалентно-эффективная температура является приведенным показателем всех метеорологических параметров.

Номограмма эквивалентно-эффективных температур (рис.1) представляет собой результаты большого количества наблюдений над нормально одетыми людьми, не производящих физической работы, то есть находящимися в состоянии покоя.

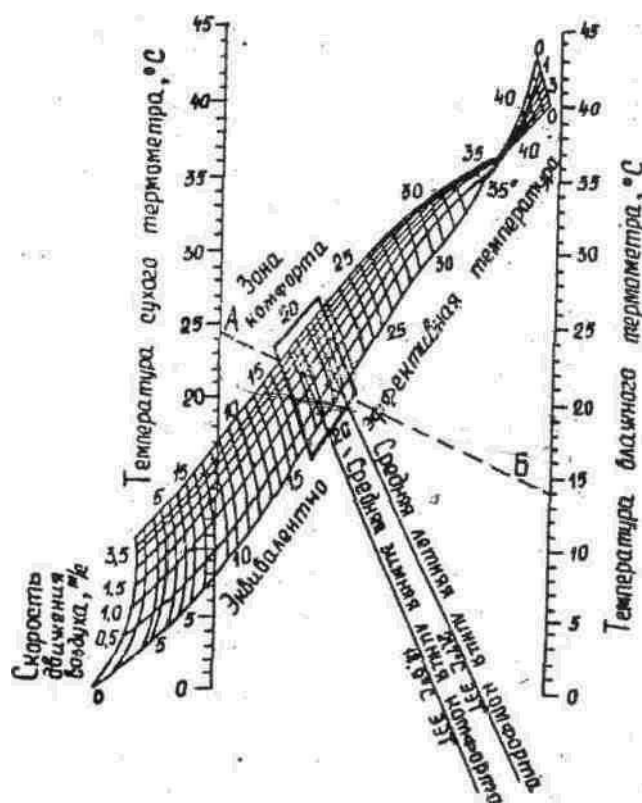


Рис. 1. Номограмма эквивалентно-эффективных температур

Эквивалентно-эффективной температурой ( $t_{\text{экв}}$ ) называется — температура неподвижного воздуха при 100% относительной влажности, которая создает такие же тепловые ощущения, какие способна создавать любая другая комбинация метеорологических параметров. Порядок определения  $t_{\text{экв}}$  по номограмме следующий: точка А, соответствующая температуре воздуха, измеренной по «сухому» термометру, откладывается по левой шкале номограммы и соединяется с точкой Б на правой шкале, соответствующей температуре «влажного» термометра. Точка пересечения прямой, соединяющей значения температур по «сухому» и «влажному» термометрам с кривой скорости движения воздуха равной 0 м/с дает эффективную температуру, а с любой другой кривой скорости движения воздуха - эквивалентно-эффективную температуру. На номограмме квадратом выделена зона комфорта и приведены средние летняя и зимняя линии комфорта. Если найденное значение  $t_{\text{экв}}$  будет находится в пределах «зоны комфорта», то это значит, что весь комплекс метеорологических факторов обеспечивает нормальный тепловой обмен между человеком и окружающей средой. Если  $t_{\text{экв}}$  находится за пределами «зоны комфорта», то по номограмме по двум известным величинам всегда

можно найти третий оптимальный параметр, который в сочетании с двумя другими обеспечивает нормальный тепловой обмен, то есть обеспечивает условия «комфорта».

### Описание контрольно-измерительных приборов

Для исследования метеорологических условий в производственных помещениях применяются следующие контрольно-измерительные приборы: 1. Обычные (ртутные, спиртовые) и электрические термометры для измерения температуры окружающего воздуха.

2. Психрометр аспирационный (психрометр Асмана) для измерения относительной влажности.

3. Анемометры (ручной крыльчатый типа АСО-3 и ручной чашечный типа МС-13) для измерения малых и больших скоростей движения воздуха в рабочей зоне и воздуховодах.

4. Кататермометр и термоанемометр для измерения малых скоростей движения воздуха в рабочей зоне.

5. Самопишущие приборы - термограф, гигрограф и барограф для непрерывной регистрации изменений температуры, относительной влажности и барометрического давления воздуха.

1. Барометр-анероид для исследования атмосферного давления.

Аспирационный психрометр Асмана типа МВ-4М (рис.2) состоит из двух спиртовых термометров со шкалой от  $-30^{\circ}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Шарик одного термометра обернут тонкой тканью (марлей, батистом). Оба термометра заключены в металлические никелированные трубкиоправы, а шарики термометров защищены от действия лучистого тепла специальными никелированными гильзами. В верхней части корпуса помещен вентилятор с электрическим или механическим приводом, который через трубки протягивает воздух с постоянной скоростью около 4 м/с, омывая термометры. При пользовании психрометром подсчет относительной влажности ведется по психрометрической таблице (см. планшет).

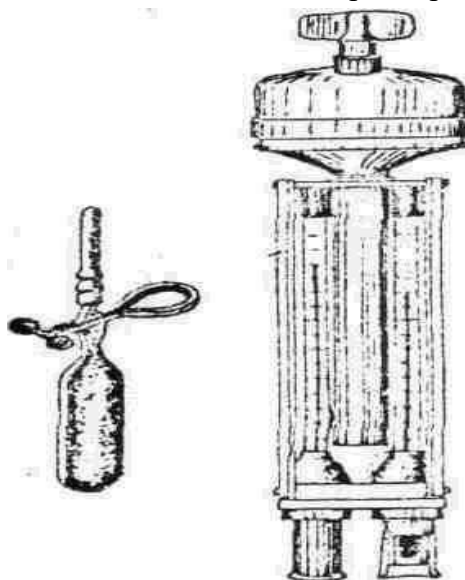


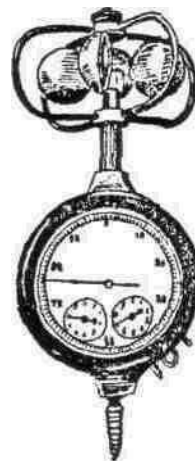
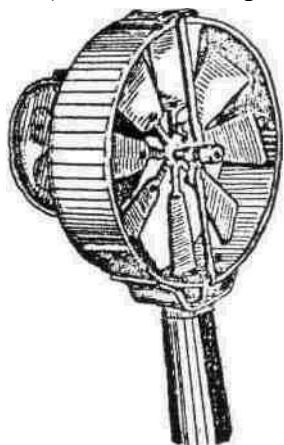
Рис. 2. Аспирационный психрометр Асмана

Диапазон измерений прибора МВ-4М от 10 до 100% при температуре воздуха от  $-10$  до  $+30^{\circ}\text{C}$ . Погрешность измерения от  $\pm 1.5$  до  $\pm 70\%$ .

Крыльчатый анемометр типа АСО-3 (рис.3) предназначен для измерения малых скоростей движения воздуха в пределах от 0.3 до 5 м/с (или от 1 до 10 м/с) при температуре окружающего воздуха от  $+10^{\circ}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Крыльчатый анемометр состоит из небольшого

лопастного колеса с алюминиевыми пластинками, укрепленными по некоторым углом к плоскости вращения колеса, и счетного механизма.

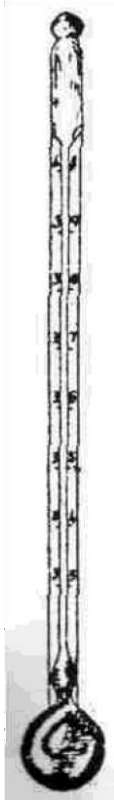
Чашечный анемометр типа МС-13 (рис.4) предназначен для измерения больших (от 1 до 30 м/с) скоростей движения воздуха в вентиляционной сети, в приемных сечениях местных отсосов, в проемах дверей и фрамуг. Чашечный анемометр состоит из четырехчашечной метеорологической вертушки и счетного механизма. Циферблат счетного механизма имеет три шкалы: тысяч, сотен и единиц. Включается и выключается анемометр рычажком (арретиром). Принцип действия прибора основан на преобразовании вращения вертушки прибора в перемещение стрелок счетного механизма. Погрешность измерения прибора  $(0.1+0.06V)$  м/с, где  $V$  - средняя скорость воздушного потока.



**Рис. 3.** Анемометр крыльчатый **Рис. 4.** Анемометр чашечный типа АСО-3  
типа МС-13

Кататермометр (рис.5) представляет собой прибор, измеряющий величину собственного охлаждения от совместного действия температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха при температуре самого прибора  $36.5^{\circ}\text{C}$ , то есть при нормальной температуре человеческого тела. Прибор выполнен в виде спиртового термометра - стеклянной запаянной трубки с капилляром в верхней и резервуаром в л. нижней части. Нижний резервуар в виде шара (или цилиндра) заполнен подкрашенным спиртом, а на самой стеклянной трубке нанесены деления от  $+33$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  и на обратной стороне кататермометра указан фактор прибора  $F$ , мкал/см<sup>2</sup>.

Принцип действия прибора основан на том, что тело, нагретое выше температуры окружающей среды, остывая до определенной температуры (до  $+33^{\circ}\text{C}$ ) отдает тепло в окружающую среду путем теплопроводности, конвекции и излучения. Количество тепла, теряемое прибором при его охлаждении с  $+38^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$  постоянно, а время охлаждения различно и зависит от температуры, влажности и скорости движения окружающего воздуха.



Полупроводниковые термоанемометры предназначены для измерения температуры и скорости движения воздуха. Они позволяют измерять температуру воздуха от 0 до +60°C и скорость воздушного потока от 0.1 до 5 м/с. Принцип действия прибора основан на свойстве терморезистора изменять сопротивление в зависимости от температуры среды. Прибор нормально работает при температуре окружающей среды до +35°C и относительной влажности ( $\varphi=80\%$ ). Погрешность измерения по шкале температур не превышает 2%, по шкале скоростей  $\pm 10\%$  (или от  $\pm 0.01$  до  $\pm 0.5$  м/с).

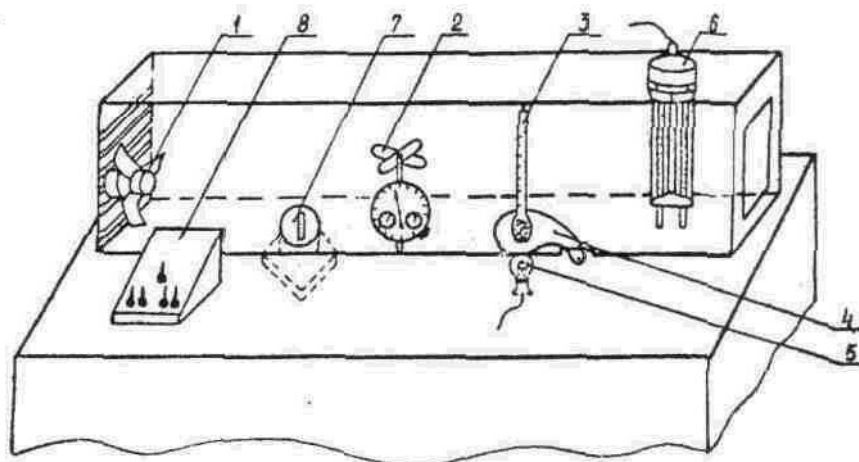
Самопишущие приборы: термограф метеорологический (типа М16), гигрограф метеорологический (типа М-21, М-32), барограф (типа М-22) предназначены для непрерывной регистрации изменений температуры, относительной влажности и барометрического давления. Выпускаются приборы двух типов: суточные (С) и недельные (Н). Принцип действия термографа основан на свойстве биметаллической изогнутой пластинки изменять геометрические размеры под действием температуры. Гигрограф (типа М-21) основан на свойстве обезжиренного человеческого волоса изменять свою длину с изменением

**Рис. 5.** Кататермометр шаровой относительной влажности воздуха, гигрограф (типа М-32) - на свойстве гигроскопической органической пленки изменять свои размеры при изменении относительной влажности воздуха. Барограф (М-22) представляет собой набор анероидных коробок, связанных системой тяг и рычагов с записывающим устройством.

### Описание лабораторной установки

Лабораторная установка (рис.6) представляет собой изолированный объем, имитирующий рабочую зону производственного помещения, и комплект метеорологических приборов для исследования микроклимата.

Лабораторная установка состоит из вентилятора общего назначения, увлажнителя, нагревателя и метеорологических приборов: чашечного анемометра типа МС-13, кататермометра и аспирационного психрометра Асмана.



**Рис. 6.** Схема лабораторной установки:

- 1 - вентилятор общего назначения; 2 - чашечный анемо-метр типа МС-13; 3 - кататермометр шаровой; 4 - защит-ный экран; 5 - лампа накаливания подогрев кататер-мометра; 6 - аспирационный психрометр Асмана; 7 - увлажнитель воздуха «Комфорт»; 8 - пульт управления

Скорость движения воздуха в изолированном объеме в «рабочей зоне» создается вентилятором общего назначения и регулируется переключением режима его работы в

положения: 1-я и 2-я скорости. Электроувлажнитель воздуха «Комфорт» и лампа накаливания установлены в нижней закрытой части стола (лабораторной установки) и предназначены: первый - для увлажнения воздуха при измерении психрометром относительной влажности; второй - для подогрева нижнего резервуара кататермометра при измерении охлаждающего действия воздушной среды и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

### Порядок выполнения работы

Изучить устройство и принцип действия контрольно-измерительных приборов. Произвести одновременно измерения температуры и относительной влажности воздуха психрометром и скорости движения воздуха в замкнутом пространстве лабораторной установки - кататермометром и чашечным анемометром.

Условие измерений - вентилятор общего назначения и увлажнитель «Комфорт» не включены, и воздух внутри лабораторной установки в «рабочей зоне» практически неподвижен.

1. Измерить температуру воздуха в рабочей зоне лабораторной установки по «сухому» термометру психрометра. Данные измерений занести в табл.1 приложения (номер опыта 1). Провести сравнительный анализ измеренной и допустимой (см. планшет) температуры воздуха и сделать выводы.

2. Вынуть психрометр из зоны измерения (из гнезда лабораторной установки) и смочить дистиллированной водой термометр, шарик которого обернут батистом. Смачивание термометра производить, подводя к его шарикку снизу наполненную водой пипетку. После смачивания установить прибор в зону измерения и включить тумблером вентилятор психометрии. Через 4 мин. при включенном вентиляторе психрометра снять показания температур «сухого» и «влажного» термометров. По показаниям «влажного» термометра и разности показаний «сухого» и «влажного» термометров по психрометрической таблице (табл.4 приложения) определить относительную влажность воздуха, %. Данные измерений занести в табл.1 (номер опыта 1). Провести сравнительный анализ измеренной и допустимой (см. планшет) относительной влажности воздуха и сделать выводы.

3. Включить лампу накаливания для подогрева кататермометра. По кататермометру определить величину охлаждающего действия и скорость движения воздуха в «рабочей зоне». Для этого через 4-5 мин., когда ¼ верхнего резервуара заполнится подкрашенным спиртом, необходимо выключить электролампу - подогрев кататермометра, закрыть излучатель - электролампу экраном, включить секундомер и фиксировать время спада спиртового столбика с температуры  $T_1=+38^\circ\text{C}$  до температуры  $T_2=+35^\circ\text{C}$ . Затем необходимо определить разность температур

$$\Delta T = (T_1 + T_2) / 2 - T_{p.з}$$

(где  $T_1=+38^\circ\text{C}$ ;  $T_2=+35^\circ\text{C}$ ;  $T_{p.з}$  - температура рабочей зоны, измеренная по «сухому» термометру аспирационного психрометра Асмана).

Необходимо определить величину охлаждающего действия воздуха  $H$  (степень комфорта) как отношение фактора прибора  $F$  к времени охлаждения прибора  $t$ , то есть  $H = F/t$ .

Определив отношение  $H/\Delta T$ , по табличным данным (см. планшет) или по эмпирическим формулам найти скорость движения воздуха ( $V$ , м/с) в рабочей зоне,

$$\text{если } \frac{H}{\Delta T} \leq 0.6, \quad \frac{H}{\Delta T} \leq 0.2, \quad \text{то } V = \frac{H}{\Delta T} \cdot 0.4$$

$$\text{если } \frac{H}{T} \leq 0.6, \quad \frac{H}{T} \leq 0.13, \quad \text{то } V \leq 0.4$$

Данные измерений занести в табл.2

Провести сравнительный анализ

допустимой (см. планшет) скорости движения воздуха в рабочей зоне и сделать выводы.

Условие измерений - включить вентилятор общего назначения на 2-ю скорость вращения. 4. Измерить температуру воздуха по «сухому» термометру аспирационного психрометра, относительную влажность - психрометром и скорость движения воздуха кататермометром. Методика измерений температуры. и относительной влажности приводится в пунктах 1 и 2. Данные измерений занести в табл.1, 2 (номер опыта 2). Провести сравнительный анализ измеренных и допустимых значений и сделать выводы.

5. Измерить чашечным анемометром типа МС-13 скорость движения воздуха в замкнутом пространстве лабораторной установки, имитирующем сечение воздуховода вентиляционной сети. Анемометр установлен перпендикулярно к направлению движения воздушного потока. До включения анемометра необходимо снять начальные показания счетчика по трем шкалам (тысяч, сотен и единиц). Включить арретиром чашечный анемометр и одновременно секундомер. Через 60 секунд анемометр и секундомер одновременно выключить и снять конечные показания счетчика. Каждое измерение (отсчет) производить дважды, при этом разность показаний между двумя отсчетами - должна составлять не более 2-3%. По разности конечного и начального отсчетов определить число делений в 1 секунду и тарировочному графику (рис.7) определить скорость движения воздуха (V, м/с). В конце измерений выключить вентилятор. Данные измерений занести в табл.3 приложения.

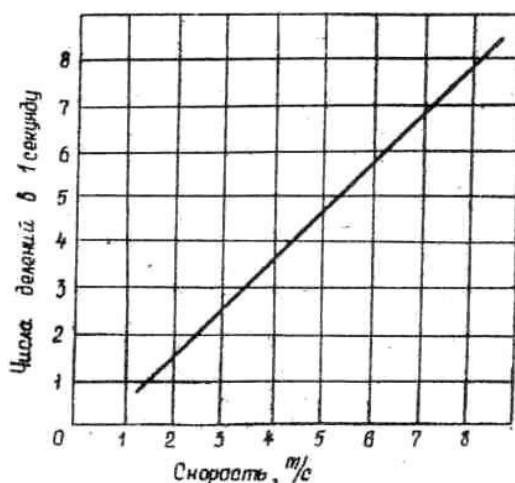


Рис. 7. График перевода показаний счетчика чашечного анемометра в показания скорости движения воздуха

Условие измерений - включить вентилятор на 1-ю скорость вращения и увлажнитель «Комфорт».

6. Повторить измерения трех параметров микроклимата: температуры, относительной влажности воздуха - аспирационным психрометром и скорости движения воздуха в «рабочей зоне» - кататермометром. Методика измерений температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приводится выше в пунктах 1, 2, 3. Данные



измерений занести в табл.1 и 2 (номер опыта 3). Провести сравнительный анализ измеренных и допустимых (см. планшет) значений температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха и сделать выводы.

Провести оценку комфортности метеорологических условий (микроклимата):

1. По номограмме эквивалентно-эффективных температур.

По номограмме (см. рис. 1) .определить значения эквивалентно-эффективных температур  $t_{\text{экв}}$ , средние линии комфорта для летнего или зимнего периодов, зоны комфорта и сделать выводы о комфортности метеорологических условий. Измеренные метеорологические параметры - температура воздуха по «сухому» и «влажному» термометрам психрометра Асмана и скорость движения воздуха по кататермометру, приведенные соответственно в табл. 1 и 2, а также найденная по номограмме эквивалентно-эффективная температура  $t_{\text{экв}}$  заносятся в табл.4 приложения и делается вывод о комфортности или дискомфорта условий.

2. По величине охлаждающего действия воздуха (степени комфорта). Степень комфорта (то есть величина охлаждающего действия среды) определяется кататермометром. Значения величин охлаждающего действия среды  $H$  берутся из табл. 2 приложения (по трем вариантам измерений), заносятся в табл. 5 приложения и делаются выводы, для» какой категории работ данные метеорологические факторы обеспечивают комфортные условия.

3. Определить комфортные или дискомфортные условия на рабочем месте путем сравнительного анализа измеренных метеорологических факторов с их допустимыми значениями по ГОСТ 12.1.005-76 (см. Планшет). Измеренные параметры микроклимата приводятся в табл.1 и 2. **Отчет по работе должен содержать:**

1. Схему лабораторной установки (рис. 6).

2. Табл. 1 и 2, в которых приводятся измеренные температура, относительная влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне. Выводы о соответствии измеренных и допустимых величин.

3. Табл. 3, в которой приводятся скорости движения воздуха, измеренные чашечным анемометром типа МС-13 в замкнутом пространстве, имитирующем сечение воздуховода вентиляционной сети.

4. Табл. 4. Выводы о комфортности исследуемых метеорологических условий по эквивалентно-эффективной температуре.

5. Табл. 5. Выводы о соответствии измеренных и допустимых величин охлаждающего действия воздушной среды, обеспечивающих условия комфорта для определенной категории работ (легкой, средней тяжести, тяжелой).

Правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы

1. Приступать к выполнению экспериментальной части лабораторной работы только ознакомившись с настоящими правилами техники безопасности и методическими указаниями по лабораторному практикуму.

2. Провести внешний осмотр исправности изоляции электропроводов, питающихся от сети переменного тока напряжением 220 В. При обнаружении неисправности изоляции немедленно доложить преподавателю.

3. Включать контрольно-измерительные приборы в сеть, предварительно ознакомившись с их устройством и принципом действия.

4. По окончании работы отключить от сети контрольно-измерительные приборы, вентилятор и увлажнитель.

**Контрольные вопросы**

1. Что понимается под микроклиматом?
2. Какова степень воздействия метеорологических условий (микроклимата) на организм человека?
3. Дать понятие терморегуляции и способов отдачи тепла телом человека в воздушную среду.
4. Что называется эквивалентной (ЭТ) и эквивалентно-эффективной температурой (ЭЭТ)?
5. Пояснить порядок определения по номограмме эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ).
6. Порядок определения по номограмме оптимальных параметров микроклимата, обеспечивающих условия «комфорта».
7. Каковы назначение, устройство, принцип действия, порядок снятия показаний, и диапазоны измерений, контрольно-измерительных приборов.
8. Постановка задачи исследования метеорологических условий и описание лабораторной установки.
9. Порядок выполнения лабораторной работы.
10. Методика исследования параметров микроклимата (температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха).
11. Нормирование допустимых и оптимальных параметров микроклимата.
12. Методы оценки комфортности микроклимата по номограмме ЭЭТ и путем сравнительного анализа измеренных и допустимых значений температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха (по ГОСТ 12.1.005-76) и по величине охлаждающего действия среды.

Приложение  
Таблица 1

Исследование температуры и относительной влажности воздуха с помощью аспирационного психрометра Асмана

Номер опыта	Показания прибора		Температура воздуха $t$ , °С	Допустимое значение температуры $t_{\text{доп}}$ , °С	Относительная влажность воздуха $\varphi$ , %	Допустимое значение относительной влажности $\varphi_{\text{доп}}$ , %
	«Сухого» термометра $t$ , °С	«Влажного» термометра $t$ , °С				
1						
2						
3						

Примечания: 1) категория выполняемой работы (легкая - 1; средней тяжести - 2,а, 2,б; тяжелая - 3) задается преподавателем; 2) допустимые температура воздуха  $t_{\text{доп}}$ , °С и относительная влажность  $\varphi_{\text{доп}}$ , % находятся (см. планшет) согласно ГОСТ 12.1.005-88 для данной категории работ.

Выводы:

Таблица 2

Исследование охлаждающего действия воздушной среды и скорости движения воздуха в рабочей зоне с помощью кататермометра

Номер опыта	1	2	3
Время спада спиртового столбика $t$ , с			

Показания	Начало отсчета $T_1=38^{\circ}\text{C}$	38,0	38,0	38,0
	Конец отсчета $T_2=35^{\circ}\text{C}$	35,0	35,0	35,0
Средняя температура $(T_1+T_2)/2$				
Температура воздуха в рабочей зоне $T_{рз}$				
Разность $\bar{T}=(T_1+T_2)/2-T_{рз}$				
Фактор прибора $F$ , мкал/см <sup>2</sup>				
Величина охлаждения $H=F/t$				
Отношение $H/\bar{T}$				
Скорость движения воздуха $V$ , м/с				
Допустимое значение скорости движения воздуха $V_{доп}$ , м/с				

Примечание:  $V_{доп}$ , м/с находятся по ГОСТ 12.1.005-88 для заданной категории работы и периода года.

Выводы:

Таблица 3

Исследование скорости движения воздуха анемометром типа АСО-3 (или МС-13)

Тип прибора	Номер опыта	Показания счетчика		Разность показаний посчетчику	Продолжительность замера $t$ , с	Скорость движения воздуха (по графику) $V$ , м/с
		начальные	конечные			
	1					
	2					
	3					

Выводы:

Таблица 4

Оценка комфортности метеорологических условий по номограмме эквивалентноэффективных температур

Номер опыта	Измеренные метеорологические параметры			Эквивалентноэффективная температура $t_{экв}$
	Температура		Скорость движения воздуха $V$ , м/с	
	по сухому термометру сихрометра $t$ , °C	по влажному термометру психрометра $t$ , °C		
1				
2				
3				

Выводы:

Оценка категории работы по величине охлаждающего действия воздушной среды

Номер замера	Измеренное (расчетное) значение величины охлаждающего действия	Допустимые значения величины охлаждающего действия	Категория работы
1	воздушной среды Н	воздушной среды Н	
2			
3			

Примечание: допустимые значения величины Н равны от 4 до 6 для категории работы легкая - 1; от 6 до 8 - средней тяжести 2,а и 2,б; от 8 до 10 - тяжелая - 3.

Выводы:

### Лабораторная работа № 7

#### Определение хронобиологического типа

С помощью предлагаемого теста определите хронобиологический тип. При выполнении задания испытуемым следует придерживаться следующей инструкции:

- Прежде чем ответить, добросовестно прочитать каждый вопрос.
- Отвечать на все вопросы в заданной последовательности.
- На каждый вопрос отвечать независимо от другого вопроса.
- Для всех вопросов даны на выбор ответы с оценочной шкалой, отмечайте только один ответ.

1. Когда Вы предпочитает вставать, если имеете совершенно свободный от планов день и можете руководствоваться только личными чувствами?

(ответ – только одна цифра)

5.00	5.30	6.00	6.30	7.00	7.30	8.00	8.30	9.00	9.30	10.00	10.30	11.00	11.30
5			4			3			2		1		

2. Когда Вы предпочитаете ложиться спать, если совершенно свободны от планов на вечер и можете руководствоваться только личными чувствами?

(ответ – только одна цифра)

20.00	20.30	21.00	21.30	22.00	22.30	23.00	23.30	0.00	0.30	1.00	1.30	2.00	2.30
5			4			3			2		1		

3. Какова степень вашей зависимости от будильника, если утром Вы должны вставать в определенное время?

Совсем независим	4
Иногда зависим	3
В большой степени зависим	2
Полностью зависим	1

4. Как легко Вы встаете утром при обычных условиях?

Очень тяжело	1
Относительно легко	2
Сравнительно легко	3

Очень легко	4
-------------	---

5. Что Вы ощущаете утром первые полчаса?

Большая вялость	1
Небольшая вялость	2
Относительно деятелен	3
Очень деятелен	4

6. Какой у Вас аппетит утром в первые полчаса?

Совсем нет аппетита	1
Слабый аппетит	2
Сравнительно хороший аппетит	3
Очень хороший аппетит	4

7. Как вы себя чувствуете утром в первые полчаса?

Очень усталым	1
Усталость в небольшой степени	2
Относительно бодр	3
Очень бодр	4

8. Если у Вас на следующий день нет никаких обязанностей, когда вы ложитесь спать по сравнению с вашим обычным временем отхода ко сну?

В обычное время	4
Позднее обычного менее чем на 1 час	3
На 1 - 2 часа позднее обычного	2
Позднее обычного больше чем на 2 часа	1

9. Вы решили заниматься физкультурой. Ваш друг предложил заниматься дважды в неделю, по 1 часу утром, между 7 и 8 часами. Согласитесь ли Вы?

Да, конечно	4
Да, но неохотно	3
Нет, это будет относительно трудно	2
Нет, это будет очень трудно	1

10. В какое время вечером Вы так сильно устаете, что должны идти спать? (ответ – только одна цифра)

20.0	20.3	21.0	21.3	22.0	22.3	23.0	23.3	0.0	0.3	1.0	1.3	2.0	2.3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5			4			3			2			1	

11. Вас собираются нагрузить 2-часовой работой в период наивысшего уровня вашей работоспособности. Какой из четырех данных сроков Вы выберете, если совершенно свободны от дневных планов и можете руководствоваться только личными чувствами?

8.00 - 10.00	6
11.00 - 13.00	4
15.00 - 17.00	2
19.00 - 21.00	0

12. Если Вы ложитесь спать в 23.00, то какова степень вашей усталости?

Очень усталый	5
Относительно усталый	3
Слегка усталый	2
Совсем не усталый	0

13. Какие-то обстоятельства заставили Вас лечь спать на несколько часов позднее обычного. На следующее утро нет необходимости вставать в обычное время. Какой из четырех указанных возможных вариантов будет соответствовать Вашему состоянию?

Я просыпаюсь в обычное для себя время и не хочу спать	4
Я просыпаюсь в обычное для себя время и продолжаю дремать	3
Я просыпаюсь в обычное для себя время и снова засыпаю	2
Я просыпаюсь позднее чем обычно	1

14. Вам предстоит какая-либо работа ночью, между 4 и 6 часами. На следующий день у Вас нет никаких обязанностей. Какую из следующих возможностей вы выберете?

Сплю сразу после ночной работы	1
Перед ночной работы дремлю, а после нею сплю	2
Перед ночной работой сплю, а после нею дремлю	3
Полностью высыпаюсь перед ночной работой	4

15. Вы должны в течение двух часов выполнять тяжелую физическую работу. Какие часы вы выберете, если в вас полностью свободный график дня и вы можете руководствоваться только личными чувствами?

8.00 - 10.00	4
11.00 - 13.00	3
15.00 - 17.00	2
19.00 - 21.00	1

16. У Вас возникло решение серьезно заниматься закаливанием организма. Друг предложил делать это дважды в неделю, по 1 часу, между 22 и 23 часами. Устраивает Вас это время?

Полностью устраивает. Буду в хорошей форме	1
--	---

Буду в относительно хорошей форме	2
Через некоторое время буду в плохой форме	3
Нет, это время меня не устраивает	4

17. Представьте, что Вы сами можете выбирать график своего рабочего времени. Какой 5-часовой непрерывный график работы Вы выберете, чтобы работа стала для вас интереснее и приносила большее удовлетворение? (обозначьте крестиками пять клеточек, при подсчете берите большее значение).

2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2						
4										0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3						
1					5					4					3					2					1				

18. В какой час суток вы чувствуете себя «на подъеме»?

(ответ – только одна цифра)

2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2						
4										0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3						
1					5					4					3					2					1				

19. Иногда говорят «утренний человек» и «вечерний человек». К какому типу вы себя относите?

Четко к утреннему типу – «жаворонок»	6
Скорее, к утреннему типу, чем к вечернему	4
Индифферентный тип – «голубь»	3
Скорее, к вечернему типу, чем к утреннему	2
Четко к вечернему типу – «сова»	0

Подсчитайте сумму баллов и, пользуясь схемой оценки, определите хронобиологический тип.

«Жаворонок» (четко выраженный утренний тип)	69 баллов
Слабо выраженный утренний тип	59 - 68 баллов
«Голубь» (индифферентный тип)	42 - 58 баллов
Слабо выраженный вечерний тип	31 - 41 баллов
«Сова» (сильно выраженный вечерний тип)	31 балл

## 2. Определение фазы физического, эмоционального и интеллектуального циклов

Под ритмами понимают повторение одного и того же события или состояния через строго определенные промежутки времени. Длительность цикла от начала до очередного повтора называется периодом. Ритмичность процессов живых организмов носит название биологических ритмов. Важнейшим ритмом для всего живого на Земле является суточный ритм, определяемый такими факторами, как вращение Земли, колебания температуры, влажности.

Ритмы биологической активности с периодом около суток носят название циркадных. Изучение закономерностей этих ритмов приобретает все возрастающее практическое значение в связи с круглосуточной работой предприятий, жизнью на севере, развитием космонавтики. Суточный ритм смены сна и бодрствования наложил свой отпечаток на все физиологические функции, в первую очередь, на обеспечивающие двигательную активность, а затем на более глубокие, вплоть до основного обмена веществ.

Определенное влияние на состояние физиологических функций организма человека оказывают периодические изменения положения Луны относительно Солнца и Земли, действие гравитационных сил, влияющее на интенсивность приливов и отливов, геофизические явления.

Большой интерес представляет теория биоритмов, согласно которой с момента рождения человека на него наступают ритмические, с околосесячным периодом, колебания функционального состояния. Так, считают, что **физиологический цикл завершается за 23 дня** и определяет широкий диапазон физических свойств организма, включая сопротивляемость болезням, силу, координацию, скорость, ощущение хорошего физического самочувствия. **Эмоциональный цикл, длящийся 28 дней**, управляет творчеством, восприимчивостью, психическим здоровьем, мышлением, восприятием мира и самого себя. **Интеллектуальный цикл имеет период в 33 дня**, он регулирует память, бдительность, восприимчивость к знаниям, логические и аналитические функции мышления.

Дни перехода от положительной фазы к отрицательной являются критическими, что проявляется в физическом цикле несчастными случаями, в эмоциональном – нервными срывами, в интеллектуальном – ухудшением качества умственной работы.

Опасность увеличивается, когда критические дни разных циклов совпадают.

#### **Ход работы:**

Пользуясь расчетными методами, определите, в какой фазе физического, эмоционального и интеллектуального циклов Вы сейчас находитесь. Сначала подсчитайте свой возраст в днях, учитывая високосные года (обычный 365 дней, високосный 366 дней, високосный год - каждый четвертый, 2000г. был високосным).

1. Определение физического цикла. Возраст, выраженный в днях, разделите на 23. Получится число целых циклов, а остаток от целого укажет, в какой фазе физического цикла Вы находитесь.

2. Определение эмоционального цикла. Возраст, выраженный в днях, разделите на 28; остаток указывает, в какой фазе эмоционального цикла Вы находитесь.

3. Определение интеллектуального цикла. Возраст, выраженный в днях, делят на 33; остаток указывает, в какой фазе интеллектуального цикла Вы находитесь.

При проведении расчетов необходимо учитывать високосные годы.

Постройте ритмограммы собственных циклов. Отметьте на ритмограмме фазы физического, эмоционального и интеллектуального цикла, в которых Вы находитесь в настоящее время. С учетом предстоящих изменений физической, эмоциональной и интеллектуальной активности составьте график встреч, физической и интеллектуальной деятельности на ближайшие дни и недели.

### **3. Определение длительности индивидуальной минуты**

Длительность индивидуальной минуты (ИМ) - один из критериев организации биологических ритмов. У здоровых людей величина ИМ является относительно стойким показателем, характеризующим эндогенную организацию времени и адаптивные способности организма. У лиц с высокими способностями к адаптации ИМ превышает минуту физического времени, у лиц с невысокими способностями к адаптации ИМ равна в



среднем 47,0 - 46,2 с, у хорошо адаптирующихся – 62,9 – 69,71 с. ИМ имеет определенный ритм – ее величина максимальна во вторник и среду и минимальна в пятницу и субботу. По величине ИМ можно судить также о наступлении утомления у учащихся и взрослых людей.

**Ход работы:**

Длительность индивидуальной минуты (ИМ) определяют по методу Халберга. Для этого по команде экспериментатора испытуемый начинает счет секунд про себя (от 1 до 60). Цифру 60 испытуемый произносит вслух. Истинное время фиксируют при помощи секундомера. Для надежности определяют ИМ 2-3 раза. Средний показатель заносится в протокол.

Определите длительность ИМ.

Сопоставьте ваши показатели со среднестатистическими по ниже представленной таблице. Сделайте вывод о соответствии длительности ИМ возрастной норме и о степени адаптации к учебным нагрузкам, судя по ее изменению к концу занятия.

*Возрастная динамика длительности индивидуальной минуты (ИМ)*

Возраст, лет	Индивидуальная минута, с		
	Мужчины $M \pm t$	Женщины $M \pm t$	Оба пола $M \pm t$
18 лет	55,4 ± 1,0	56,9 ± 1,9	56,4 ± 1,1
19 лет	58,8 ± 1,4	58,1 ± 1,2	58,3 ± 1,0
20 год	60,2 ± 1,4	59,1 ± 1,3	59,8 ± 1,0

*Примечание.*  $M$  – среднее арифметическое значение,  $t$  – его ошибка

Сделайте вывод о соответствии величины вашей ИМ половозрастной норме и об адаптивных возможностях Вашего организма.



Министерство науки и высшего образования Российской  
Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

**Кафедра геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях**

## **Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности**

**Методические рекомендации по практической работе**

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки

«Пожарная безопасность»

Екатеринбург 2022

Самостоятельная работа студентов является важнейшим компонентом образовательного процесса, формирующим личность, его мировоззрение и культура мировоззрения, развивающим его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Цель работы: Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению и оформлению и представлению полученных результатов их критическому анализу, поиску новых неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Организация самостоятельной работы: самостоятельная работа заключается в изучении тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практикуму, к рубежным контролям, зачетам и экзаменам.

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке ВлГУ, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно- методические пособия, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и работы с первоисточниками. В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар.

Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. В ходе семинарского занятия внимательно слушать выступления своих однокурсников. При необходимости задавать им уточняющие вопросы. Принимать активное участие в обсуждении учебных вопросов: выступать с докладами, рефератами, обзорами научных статей, отдельных публикаций периодической печати, касающихся содержания темы семинарского занятия. В ходе своего выступления использовать технические средства обучения, доску и мел. С целью более глубокого усвоения изучаемого материала задавать вопросы преподавателю. После подведения итогов семинара устранить недостатки, отмеченные преподавателем.

При подготовке к зачету (в конце семестра) повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносимых на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать конспект

лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: - аудиторная; - внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно примерной и рабочей программ учебной дисциплины. Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются: - для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др. - для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др. - для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Требование к студентам по подготовке и презентации доклада:

1. Доклад-это сообщение по заданной теме, с целью внести знания из дополнительной литературы, систематизировать материал, проиллюстрировать примерами, развивать навыки самостоятельной работы с научной литературой, познавательный интерес к научному познанию.
2. Тема доклада должна быть согласована с преподавателем и соответствовать теме занятия.
3. Материалы при его подготовке, должны соответствовать научно-методическим требованиям ВлГУ и быть указаны в докладе.

4. Необходимо соблюдать регламент, оговоренный при получении задания.
5. Иллюстрации должны быть достаточными, но не чрезмерными.
6. Работа студента над докладом-презентацией включает в себя отработку навыков ораторства и умения организовать и проводить диспут.
7. Студент в ходе работы по презентации доклада отрабатывает умение ориентироваться в материале и отвечать на дополнительные вопросы слушателей. 8. Студент в ходе работы по презентации доклада отрабатывает умение самостоятельно обобщать материал и делать выводы.
9. Докладом также может стать презентация реферата студента, соответствующего теме занятия. 10. Студент обязан подготовить доклад в срок, установленный преподавателем и выступить с докладом.

Инструкция докладчикам и содокладчикам.

Докладчики и содокладчики - основные действующие лица. Они во многом определяют содержание, стиль и актуальность данного занятия. Сложность в том, что докладчики и содокладчики должны знать и уметь очень многое: сообщать новую информацию, использовать технические средства, знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара), уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы, четко выполнять установленный регламент (докладчик - 10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин), иметь представление о композиционной структуре доклада. Необходимо помнить, что выступление состоит из трех частей: вступление, основная часть и заключение. Вступление помогает обеспечить успех выступления по любой тематике. Вступление должно содержать: - название презентации (доклада) - сообщение основной идеи - современную оценку предмета изложения - краткое перечисление рассматриваемых вопросов - живую интересную форму изложения - акцентирование оригинальности подхода. Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должна даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов. Заключение - это ясное четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели.

Порядок сдачи и защиты рефератов:

1. Реферат сдается на проверку преподавателю за 1-2 недели до зачетного занятия
2. При оценке реферата преподаватель учитывает качество, степень самостоятельности студента и проявленную инициативу, связность, логичность и грамотность составления, оформление в соответствии с требованиями ГОСТ.
3. Защита тематического реферата может проводиться на выделенном одном занятии в рамках часов учебной дисциплины или конференции или по одному реферату при изучении соответствующей темы, либо по договоренности с преподавателем.

4. Защита реферата студентом предусматривает доклад по реферату не более 5-7 минут ответы на вопросы оппонента. На защите запрещено чтение текста реферата.

5. Общая оценка за реферат выставляется с учетом оценок за работу, доклад, умение вести дискуссию и ответы на вопросы.

#### СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ РАЗДЕЛОВ РЕФЕРАТА

Титульный лист. Является первой страницей реферата и заполняется по строго определенным правилам. В верхнем поле указывается полное наименование учебного заведения. Ниже указывается название кафедры. В среднем поле дается заглавие реферата, которое проводится без слова " тема " и в кавычки не заключается. Далее, ближе к правому краю титульного листа, указываются фамилия, инициалы студента, написавшего реферат, а также его курс и группа. Немного ниже указывается фамилия и инициалы преподавателя - руководителя работы. В нижнем поле указывается год написания реферата. После титульного листа помещают оглавление, в котором приводятся все заголовки работы и указываются страницы, с которых они начинаются. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать их или давать в другой формулировке и последовательности нельзя. Все заголовки начинаются с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием / ...../ с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три - пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Введение. Здесь обычно обосновывается актуальность выбранной темы, цель и содержание реферата, указывается объект / предмет / рассмотрения, приводится характеристика источников для написания работы и краткий обзор имеющейся по данной теме литературы. Актуальность предполагает оценку своевременности и социальной значимости выбранной темы, обзор литературы по теме отражает знакомство автора реферата с имеющимися источниками, умение их систематизировать, критически рассматривать, выделять существенное, определять главное. Основная часть. Содержание глав этой части должно точно соответствовать теме работы и полностью ее раскрывать. Эти главы должны показать умение исследователя сжато, логично и аргументировано излагать материал, обобщать, анализировать, делать логические выводы. Заключительная часть. Предполагает последовательное, логически стройное изложение обобщенных выводов по рассматриваемой теме. Библиографический список использованной литературы составляет одну из частей работы, отражающей самостоятельную творческую работу автора, позволяет судить о степени фундаментальности данного реферата. В работах используются следующие способы построения библиографических списков: по алфавиту фамилий, авторов или заглавий; по тематике; по видам изданий; по характеру содержания; списки смешанного построения. Литература в списке указывается в алфавитном порядке / более распространенный вариант - фамилии авторов в алфавитном порядке /, после указания фамилии и инициалов автора указывается название литературного источника, место издания / пишется сокращенно, например, Москва - М., Санкт - Петербург - СПб ит.д. /, название издательства / например, Мир /, год издания / например, 2015г. /, можно указать страницы / например, с. 54-67 /. Страницы можно указывать прямо в тексте, после указания номера, под которым литературный источник находится в списке литературы /

например, 7 / номер лит. источника/ , с. 67- 89 /. Номер литературного источника указывается после каждого нового отрывка текста из другого литературного источника. В приложении помещают вспомогательные или дополнительные материалы, которые загромождают текст основной части работы (таблицы, карты, графики, неопубликованные документы, переписка и т.д.). Каждое приложение должно начинаться с нового листа (страницы) с указанием в правом верхнем углу слова "Приложение" и иметь тематический заголовок. При наличии в работе более одного приложения они нумеруются арабскими цифрами без знака "№", например, "Приложение 1". Нумерация страниц, на которых даются приложения, должна быть сквозной и продолжать общую нумерацию страниц основного текста. Связь основного текста с приложениями осуществляется через ссылки, которые употребляются со словом "смотри" (оно обычно сокращается и заключается вместе с шифром в круглые скобки - (см. прил. 1).

*Задание на самостоятельную работу:*

Самостоятельная работа способствует усвоению и закреплению изученного материала. Она направлена на обобщение, систематизацию и углубление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины, на формирование и развитие интеллектуальных и профессионально значимых умений. При этом студенты должны продемонстрировать умение правильно оформлять бланки и некоторые виды документов, соблюдая основные требования, предъявляемые к управленческой документации<sup>ОСТом Р 6.30 - 2003.</sup>

Тема самостоятельной работы выбирается студентом из нижеприведенного списка. По выбранной теме необходимо указать основное назначение документов и состав документов.

Темы:

1. Особенности неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения.
2. Медико-биологические особенности адаптации организма человека к условиям окружающей среды.
3. Естественные защитные системы обеспечения безопасности организма человека
4. Медико-биологические особенности воздействия химических факторов среды обитания
5. Медико-биологические особенности воздействия физических факторов среды обитания
6. Влияние загрязнений атмосферного воздуха на здоровье населения. Меры профилактики
7. Влияние загрязнений воды на здоровье населения. Меры профилактики.
8. Влияние загрязнений почвы на здоровье населения и санитарные условия жизни.
9. Организация доврачебной помощи пострадавшим при острых отравлениях химическими веществами. Особенности детоксикации и реанимационных мероприятий.
10. Современные проблемы демографии и здравоохранения, связанные с особенностями негативного воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения.
11. Многообразие факторов, влияющих на организм человека и уровни их воздействия.
12. Современные медико-демографические и здравоохранительные проблемы.

13. Уровни травматизма и профессиональной заболеваемости.
14. Виды инфекций.
15. Виды иммунитета.
16. Классификация ядов. Биологическое действие промышленных ядов.
17. Острые отравления: формы, степени, классификация. Хроническая интоксикация.
18. Профессиональные заболевания
19. Микроклимат на рабочем месте и теплообмен человека с окружающей средой.
20. Характер воздействия физических факторов вибрации.
21. Характер воздействия физических факторов шума.
22. Характер воздействия физических факторов ультра-и инфразвука.
23. Характер воздействия физических факторов электромагнитных излучений.
24. Характер воздействия физических факторов: электрических и магнитных полей.
25. Характер воздействия физических факторов: электрического тока.
26. Характер воздействия физических факторов: статического электричества 27. Характер воздействия физических факторов: лазерного излучения.
28. Характер воздействия физических
29. Характер воздействия физических факторов: ультрафиолетового и инфракрасного излучения. факторов: ионизирующих излучений 30. Болевая чувствительность 31. Кожный анализатор.
32. Состояние здоровья населения
33. Здоровье важнейший фактор жизнедеятельности человека
34. Адаптация человека к условиям окружающей среды (среды обитания).
35. Характеристика процессов адаптации. Общие принципы и механизмы адаптации
36. Общие меры повышения устойчивости организма
37. Классификация анализаторов. Структурно-функциональная организация анализаторов. Свойства анализаторов
38. Слуховой анализатор
39. Зрительный анализатор.
40. Обонятельный анализатор.
41. Воздействие химических факторов окружающей среды на организм человека 42. Пути поступления отравляющих веществ в организм. Механизм действия отравляющих веществ.
43. Беззараживание воздуха, питьевой воды и продуктов питания с помощью ультрафиолетового излучения (бактерицидное и эритомное облучение)





Министерство науки и высшего образования Российской  
Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

Кафедра геологии и защиты в чрезвычайных  
ситуациях

## ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

**Методические рекомендации по практической работе**

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки

«Пожарная безопасность»

Авторы: Суднева Е.М., Суднев А.А., Бадьина Т.А.

Екатеринбург 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

1. АВАРИИ И КАТАСТРОФЫ МИРА.....
2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЧС ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА .....
3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ – БАКТЕРИИ.....
4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ – ВИРУСЫ .....
5. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ – ГРИБЫ.....
6. ОТ ТЕЛЕСКОПОВ ДО АСТРОНОМИЧЕСКИХ ОБСЕРВАТОРИЙ.....
7. ОТ ПЕРВЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СПУТНИКОВ ЗЕМЛИ ДО КОСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ.....
8. ВОЗНИКАЮЩИЕ ОПАСНОСТИ В ИССЛЕДОВАНИИ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА.....
9. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОПАСНОСТИ В ИЗУЧЕНИИ КОСМОСА.....
10. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ВОЗМОЖНЫЕ ОПАСНОСТИ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ГЛУБОКОГО КОСМОСА.....
11. ОПАСНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ГЛУБОКОГО КОСМОСА.....
12. СОЛНЕЧНАЯ И ГЕОМАГНИТНАЯ АКТИВНОСТЬ.....
13. ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ – ЗЕМЛЯТРЕСЕНИЯ.....
14. МАГНИТУДА ЗЕМЛЯТРЕСЕНИЯ. СВЯЗЬ МАГНИТУДЫ С ЭНЕРГИЕЙ ЗЕМЛЯТРЕСЕНИЯ.....
15. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗЕМЛЯТРЕСЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫЕ ОБЪЕКТЫ.....
16. ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ – ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ .....
17. ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ – ОПОЛЗНИ.....
18. ДЕГАЗАЦИЯ НЕДР ПЛАНЕТЫ.....
19. ДИНАМИКА АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ.....
20. ДИНАМИКА ГИДРОСФЕРЫ ЗЕМЛИ .....
21. ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА .....
22. ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ УРАГАНОВ.....
23. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ.....
24. ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. ГРОЗЫ.....
25. ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ .....

- 26. ОПАСНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА....
- 27. РАСЧЕТ СЕЛИ ОТ ДОЖДЕВОГО ПАВОДКА.....
- 28. ПАРАМЕТРЫ ЛАВИНЫ.....
- 29. ЦУНАМИ.....

## Практическая работа № 1

### АВАРИИ И КАТАСТРОФЫ МИРА

#### ОБОРУДОВАНИЕ:

Литература и Интернет-сайты для подготовки докладов.  
Видеосюжет «Экологическая катастрофа в Мексиканском заливе».  
Видеосюжет «Загрязнение Волги»  
Презентация «Экологические катастрофы»

Подготовить сообщение об авариях, катастрофах на выбор в:

- 1957 г. Касли, Челябинская области
- город Карабаш, Челябинская область
- Кирово-Чепецкий химический комбинат имени Б. П. Константинова – в г. Кирово-Чепецке (Кировская область)
- Чернобыле, Украине
- Исчезновением Аральского моря
- Бхопальская катастрофа
- Катастрофа на химическом предприятии Sandoz
- Авария на химзаводе в Фликсборо
- Пожар на нефтяной платформе PiperAlpha

#### ХОД РАБОТЫ

1. Просмотр видеосюжетов о некоторых катастрофах «Экологическая катастрофа в Мексиканском заливе», «Загрязнение Волги» и др.
2. По содержанию презентации и докладов по теме «Экологические катастрофы в мире» заполните таблицу1 и сформулируйте вывод о причинах возникновения данных аварий и катастроф.

Таблица 1

#### Основные катастрофы XX-XI в.

№	Время	Город	Особенности катастрофы	Число жертв
1	1952	Лондон	Образовался густой смог от которого у людей возник острый бронхит.	погибло 3500-4000 человек, пожилые и дети.

3. Проанализируйте заполненную таблицу «Основные катастрофы XX-XI в.»
  - выявите тип катастрофы
  - определите причины катастроф*Сформулируйте вывод.*

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ:

1. На основании содержания таблицы «Основные катастрофы XX-XI в.» объясните динамику возникновения катастроф в мире?
2. Что можно сказать о причинах возникновения катастроф?
3. Приведите примеры аварий, причина которых является природный фактор.
4. Приведите примеры аварий, причина которых является антропогенный фактор.

## Практическая работа № 2

### КЛАССИФИКАЦИЯ ЧС ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

#### ОБОРУДОВАНИЕ:

Приложение 2 «Основные подходы к классификации чрезвычайных ситуаций»

#### ХОД РАБОТЫ

4. Актуализировать знания следующих понятий: «стихийное бедствие», «природная катастрофа», «авария», «техногенная катастрофа», «экологическая катастрофа», «Чрезвычайная ситуация». «источник природной ЧС».
  5. Проведите анализ содержание приложения 2 «Основные подходы к классификации чрезвычайных ситуаций» и дайте ответ на следующие вопросы:
    - на какие идеи опираются авторы при классификации ЧС?
    - каким образом стандарты раскрывают источники и риски возникновения природных ЧС? *Выпишите основные положения.*
    - объясните сущность ЧС в зависимости от их характера, сферы возникновения, масштабов и размеров ущерба. *Выпишите основные положения*
    - сформулируйте вывод о подходах авторов к классификации чрезвычайных ситуаций.
3. Составьте кроссворд, используя знания основных понятий данной темы.

Выполнить задания:

А) Ознакомьтесь с содержанием ГОСТ 22.0.03-97 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения» и ГОСТ Р 22.1.06-99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования) Составить классификационную схему опасных геологических явлений и процессов на основании ГОСТ 22.0.03-97 и ГОСТ Р 22.1.06-99 (обязательно выделение поражающих факторов).

В) Используя термины ГОСТ 22.0.03-97 составьте кроссворд по опасным геологическим явлениям и процессам (минимум 5 слов по горизонтали и 5 слов по вертикали)

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ:

5. Что такое «стихийные явления» и «стихийные бедствия»?
6. Объясните сущность понятий «авария», «катастрофа», «природная катастрофа»?
7. Приведите примеры и назовите причины стихийных явлений, техногенных и экологических катастроф в нашей стране и в мире.
8. Раскройте сущность синергических многоступенчатых катастроф. Приведите пример.
9. Сформулируйте определение «чрезвычайная ситуация» и назовите источники ЧС
10. Какой подход положен в классификацию ЧС современных стандартов?
11. Какой подход положен в классификацию ЧС авторов С. Гринина, В. Н. Новикова?
12. Какой подход положен в классификацию ЧС автора В. Б. Болтырова?
13. Какие еще вы можете назвать подходы к классификации ЧС?
14. Почему систему образования считают важным фактором в формировании мышления безопасности в Российской Федерации.

### Практическая работа № 3

#### БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ - БАКТЕРИИ

##### ОБОРУДОВАНИЕ:

Литература и Интернет-сайты для подготовки докладов.

Видеофильм «Бактерии»

Приложение 1 Вопросы по сюжету фильма «Бактерии»

Доклады по теме: «Биологические опасности».

- 1) Открытие бактерий, особые свойства.
- 2) Бактериальные заболевания вызывающие болезни у человека (ангина, туберкулёз, тиф, брюшной тиф, пневмония, сибирская язва, малярия, дизентерия и др.)
- 3) Меры профилактики бактериальных заболеваний

#### ХОД РАБОТЫ

6. По содержанию презентации-докладов по теме «Бактерии: возбудители заболеваний» заполните таблицу 1 и сформулируйте вывод о потенциальных опасностях при заболевании бактериями.

Таблица 1

##### Некоторые наиболее известные бактериальные заболевания

Название и краткая характеристика болезни	Возбудитель болезни	Способ распространения	Поражаемые области тела	Меры борьбы с болезнью
Чума				
Холера				
Сибирская язва				
Ангина				
Брюшной тиф				
Дизентерия				
Малярия				
Пневмония				
Сибирская язва				
Тиф				
Туберкулёз				
Сонная болезнь				
и др.				

*Вывод:*

7. При просмотре видеофильма «Бактерии» сформулируйте вопросы сюжета и запишите общий вывод об опасностях, возникающих при воздействии болезнетворных бактерий и грибов на организм человека или животных.

##### ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ:

15. Почему бактерий относят к прокариотам?
16. Перечислите основные бактериальные заболевания, создающие эпидемии.
17. Назовите возбудителей бактериальных заболеваний.
18. Почему интерес к бактериям снова приобретает актуальность среди ученых?
19. Какие меры предпринимают медики в РФ для нераспространения бактериальных заболеваний у человека?
20. Чем опасно бактериологическое оружие?

## Практическая работа № 4

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ-ВИРУСЫ

#### ОБОРУДОВАНИЕ:

Литература и Интернет-сайты для подготовки докладов.

Видеофильм ВВС «Путешествие внутрь клетки. Вирусы»

Приложение 1 Вопросы по сюжету фильма «Путешествие внутрь клетки. Вирусы»

Доклады по теме: «Биологические опасности».

- 1) История открытия вирусов, особые характеристики.
- 2) Вирусные заболевания вызывающие эпидемии у населения (оспа, корь, грипп, полиомиелит (детский паралич), паротит (свинка), клещевой энцефалит, герпес, коронавирус, СПИД и др.)
- 3) Меры профилактики вирусных заболеваний

### ХОД РАБОТЫ

1. По содержанию презентации-докладов по теме «Вирусы» заполните таблицу1 и сформулируйте вывод о потенциальных опасностях при заболевании вирусами.

Таблица1

#### Некоторые наиболее известные вирусные заболевания

Название и краткая характеристика болезни	Возбудитель болезни	Поражаемые области тела	Способ распространения	Меры борьбы с болезнью
Герпес				
Грипп				
Коронавирус				
Корь				
Клещевой энцефалит				
Оспа				
Полиомиелит (детский паралич)				
Свинка (паротит)				
СПИД				
и др.				

Вывод:

2. При просмотре видеофильма «Путешествие внутрь клетки. Вирусы» сформулируйте ответы на вопросы сюжета и запишите общий вывод об опасностях, возникающих при воздействии вирусов на организм человека или животных.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ:

1. Перечислите основные вирусные заболевания, создающие эпидемии.
3. Какие особенности в строении вирусов не позволяют отнести их к прокариотам?
4. Почему Вирусы называют паразитами?
5. Какими способами вирусные возбудители распространяются чаще всего?
6. Почему остановить вирусные эпидемии труднее чем бактериальные?
7. Назовите причины вспышки коронавируса в Китае
8. Какие меры предпринимают медики в РФ для не распространения коронавируса?

## Практическая работа № 5

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ -ГРИБЫ

#### ОБОРУДОВАНИЕ:

Литература и Интернет-сайты для подготовки докладов.

Видеофильм «Грибы», «Плесень»

Вопросы по сюжету фильма Наука 2,0 -«Грибы», ВВС- «Плесень»

Доклады по теме: «Биологические опасности-Грибы».

- 1) Царства грибы, особые свойства.
- 2) Грибковые заболевания вызывающие болезни у человека (отрубевидный лишай, рубромикоз, микроспория, стригущий лишай (трихофития), аспергилл дымящий, проказа и др.)
- 3) Меры профилактики грибковых заболеваний.

#### ХОД РАБОТЫ

1. По содержанию презентации-докладов по теме «Грибы: возбудители заболеваний» заполните таблицу 3 и сформулируйте вывод о потенциальных опасностях при микозах.

Таблица 3

#### Некоторые наиболее известные бактериальные заболевания

Название и краткая характеристика болезни	Возбудитель болезни	Способ распространения	Поражаемые области тела	Меры борьбы с болезнью
Отрубевидный лишай				
Рубромикоз				
Микроспория				
Стригущий лишай (трихофития)				
Аспергилл дымящий				
Проказа				
и др.				

*Вывод:*

2. При просмотре видеофильма Наука 2,0 -«Грибы» сформулируйте ответы на вопросы сюжета и запишите общий вывод об опасностях, возникающих при воздействии болезнетворных грибов на организм человека.
  1. В какое время появились на планете?
  2. Что такое грибы, основные характеристики?
    - сходство с растениями
    - сходство с животными
  3. Что такое плодовое тело гриба, его строение?
  4. Дрожжи, строение, значение для генетики
  5. Пенициллин, значение для человечества?
  6. Споры грибов: особенности и значение
  7. Какие опасности исходят от грибов?
  8. Что такое микориза, значение?
  9. Лишайник, особенности строения
  10. Грибы, значение для экосистемы и человека



3. При просмотре видеофильма «Плесень» сформулируйте вопросы или найдите ответы на вопросы сюжета и запишите общий вывод об опасностях, возникающих при воздействии болезнетворных грибов на организм человека.

1. Что знали древние люди о плесени?
  2. Какие факты можно привести о том, что плесень вездесуща?
  3. В чем сущность эксперимента «Биориск»?
  4. Что такое плесень?
  5. Черный гриб – чем опасен?
  6. *Aspergillus fumigatus* – чем опасен?
  7. В чем сущность «Синдром больных зданий»?
  8. А. Чижевский о закономерностях солнечной активности и плесени?
  9. Пандемия века – спорынья!
  10. Чума в России.
  11. Питание и грибы: голубая – королевская плесень?
  12. История открытия пенициллина.
  13. Антибиотики: за и против?
  14. Бактериофаг – нанопасности?
  15. Плесень и космос: станция «МИР»?
  16. Плесень и дома: место для плесени?
  17. Новые открытия о возможностях плесени!
  18. Чернобыль и плесень!
  19. Радиация и плесень!
  20. Кувшины, вода и плесень!
- Выводы:

#### **ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ:**

1. Какие общие свойства объединяют грибы в царство?
2. Назовите основные микозы человека.
3. Какие меры предпринимают медики в РФ для нераспространения грибковых заболеваний человека?

## Практическая работа № 6

### ОТ ТЕЛЕСКОПОВ ДО АСТРОНОМИЧЕСКИХ ОБСЕРВАТОРИЙ

#### ОБОРУДОВАНИЕ:

Атлас 8-9 класс и контурная карта России, простые и цветные карандаши.

Приложение 1: Таблица «Список основных обсерваторий России»

#### Интернет-сайты:

<https://ru.wikipedia.org/wiki> – Список \_ обсерваторий

<http://astro.websib.ru/sprav/OBSERVAT> – Справочный материал. Астрономия. Автор и ведущий сайта Максименко Анатолий Васильевич

Подготовить сообщение:

1. Античные ученые, их вклад в развитие науки астрономии (Фалес, Анаксимандр Милетский, Анаксагор, Демокрит, Платон, Птолемей, Аристотель, Архимед, Эратосфен, Аристарх Самоский и др.)
2. Астрономы средневековья: Н. Коперник, Т. Браге, И. Кеплер, Дж.Бруно, Г. Галилей.
3. На пути к научной картине мира: И. Ньютон, Рене Декарт, Пьер Симон Лаплас, Уильям Гершель, Василий Яковлевич Струве и др.
4. Российская астрономия в эпоху Петра I (Яков Вилимович Брюс, М. В. Ломоносов).
5. Значение астрономических обсерваторий России для исследования космоса.

### ХОД РАБОТЫ

1. По содержанию презентации и докладов по теме «От телескопов до обсерваторий» составьте краткий конспект (или таблицу) и сформулируйте вывод.

Таблица 1.

#### Ученые в развитие науки астрономии

№	Ф.И.О.	Даты жизни ученых или исследования	Основные исследования

Вывод.

2. Изучите исторические особенности возникновения обсерваторий в нашей стране.
  - а) познакомьтесь с содержанием *Интернет-сайта* – <https://ru.wikipedia.org/wiki> – Список \_ обсерваторий и с помощью **Приложения 1**: «Основные обсерваторий России», атласа 8-9 класса выполните задания на контурной карте:
    - обозначьте границу и столицу России;
    - государства-соседей, граничащие с Россией;
    - ярко-синим цветом нанесите и подпишите обсерватории на территории России.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ:

1. Какие основные исследования проводили античные и средневековые ученые-астрономы?
3. Каким образом формировалась астрономия в России?
4. Назовите ведущих ученых, развивающие науку астрономию в России.
5. Обозначьте этапы эволюции астрономических приборов в изучении космоса.
6. Чем отличаются оптические телескопы от космических телескопов?

7. Какие виды телескопов относятся к оптическим и космическим?
8. Зачем страны мира устанавливают обсерватории?
9. Приведите несколько примеров российских обсерваторий.

## Практическая работа № 7 ЗАРУБЕЖНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ

### ОБОРУДОВАНИЕ:

Атлас 8-9 класс и контурная карта мира, простые и цветные карандаши.

Приложение 2: Таблица «Основные зарубежные обсерватории»

### Интернет-сайты:

<https://ru.wikipedia.org/wiki> – Список \_ обсерваторий

<http://astro.websib.ru/sprav/OBSERVAT> – Справочный материал. Астрономия. Автор и ведущий сайта Максименко Анатолий Васильевич

### Подготовить сообщение, доклады:

1. Достижения ученых XX века (К. Э. Циолковский, Альберт Эйнштейн, Джеймс Хопвуд Джинс, Александр Александрович Фридман, Георгий Антонович Гамов, Иосиф Самуилович Шкловский, Эдвин Пауэлл Хаббл и др.).
2. Исследования инженеров-ученых в области космонавтики (С. П. Королев, В. П. Макеев, Г. М. Бадьин и др.)

## ХОД РАБОТЫ

1. По содержанию презентации и докладов по теме «Достижения ученых XX века» составьте краткий конспект (или таблицу) и сформулируйте вывод.

Таблица 2

### Ученые в развитие науки астрономии

№	Ф.И.О.	Даты жизни ученых или исследований	Основные исследования

*Вывод.*

2. Познакомьтесь с содержанием *Инт-сайта* – [http://astro.websib.ru/sprav / OBSERVAT](http://astro.websib.ru/sprav/OBSERVAT) – Справочный материал. Астрономия. Автор и ведущий сайта А. В. Максименко и с помощью Приложения 2: «Основные зарубежные обсерватории» и синим цветом обозначьте на контурной карте 10-20 обсерватории зарубежных стран.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ:

1. Какие основные астрономические исследования проводили ученые XX века?
2. Личность С. П. Королева в развитие космонавтики в России.
3. Перечислите ведущие зарубежные астрономических обсерваторий.
4. Зачем страны мира устанавливают обсерватории?

## **Практическая работа № 8 ОТ ПЕРВЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СПУТНИКОВ ЗЕМЛИ ДО КОСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

### **ОБОРУДОВАНИЕ:**

Литература и Интернет-сайты для подготовки докладов.

1. От телескопов-карликов к телескопам-гигантам.
2. Искусственные спутники Земли: перспективы и опасности. МКС.
3. Современные проблемы в связи с большим количеством спутников земли (угроза жизни людей при падении крупногабаритных спутников, проблемы «космического мусора»).

**Приложение 3:** статьи Бадьина И.Д. Проект «Искусственные спутники. Предотвращение их падения на землю».

-Статья Бадьина И.Д., Бадьиной Т.А., Рубанов А.А., Ватагиной В. Е. Способ предотвращения падения на землю искусственных спутников. Наука и технологии. Том 2. Материалы XXXVI Всероссийской конференции, посвященной памяти референта МСНТ Н.Н. Ершовой. – М.: РАН, 2016. – 150с. с. 137-146.

### **ХОД РАБОТЫ**

1. Составьте краткий конспект по содержанию докладов:
  - а) От телескопов-карликов к телескопам-гигантам
  - б) Искусственные спутники Земли: перспективы и опасности. МКС.
  - в) Современные проблемы в связи с большим количеством спутников земли (угроза жизни людей при падении крупногабаритных спутников, проблемы космического мусора).
2. Сформулируйте вывод об эволюции астрономических приборов изучения космоса.
3. Изучите содержание статей и проекта студента И. Д. Бадьина (УрФУ) о влиянии опасностей в связи с увеличением современных крупногабаритных спутников Земли (Приложение 3)
  - а) На основании первоисточников запишите факты-примеры, доказывающие опасное влияние крупногабаритных спутников при завершении их работы.
  - б) Почему данная проблема сегодня достаточно актуальна, сформулируйте вывод.
  - в) Назовите способ ликвидации крупногабаритных спутников, предложенный студентом И. Д. Бадьиным.
3. Выясните, что значит «космический мусор», какие эколого-космические проблемы возникают в космосе. Предложите пути выхода из данной ситуации.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ:**

1. Почему современные спутники Земли создают опасности населению планеты?
2. Назовите существующие способы ликвидации искусственных спутников.
3. Назовите причины проблемы «космический мусор».
4. Каким образом «космический мусор» может создавать опасности в космосе?
5. Может ли космо-экологическая ситуация создать опасности на планете Земля?

**Приложение 3.** Изучение содержания статей И. Д. Бадьина об опасностях крупногабаритных спутников Земли: «Способ предотвращения падения на Землю искусственных спутников», «Крупногабаритные спутники Земли: способы ликвидации».

*Актуальность.* В последнее время на орбиту Земли выводится все больше и больше спутников, но по истечении срока службы эти спутники продолжают вращаться вокруг Земли, а затем падают обратно. Однако, как правило, это падение не контролируется, и область падения описывается очень туманно. Данная ситуация очень опасна и может привести к человеческим жертвам, а также к техногенным катастрофам [проект И. Бадьин].

*Проблема.* Если первые спутники были сравнительно малы и после входа в атмосферу Земли сгорали, то современные спутники могут долететь до земли и соответственно нанести вред людям.

*ЧС, связанные с искусственными спутниками.* Обычно искусственные спутники Земли входят в плотные слои атмосферы и сгорают в них вдалеке от густонаселенных районов или же над поверхностью океана. Однако так обстоит дело не всегда.

- 1960 г. большой кусок советского «Спутника 4» упал прямо на перекресток дорог в американском городе Манитовок, штат Висконсин.

- июнь 1969 г. множество мелких фрагментов спутника упало на палубу японского грузового судна.

- 1978 г. части конструкции советского «Космоса 954» оставили радиоактивный след в канадской провинции Северо-западные территории.

- январь 1997 г. огромный топливный бак ракеты «Дельта II» упал прямо во дворе жилого дома в Джорджтауне, штат Техас. Несколькими годами спустя точно такой же бак упал с неба в окрестностях Кейптауна, Южная Африка.

- американский космический спутник 8-10 тонн UARS, неконтролируемо падает на Землю, сообщалось в СМИ. Такой массивный аппарат полностью сгореть в атмосфере не сможет. Падение не сгоревших фрагментов космического аппарата ожидался в сентябре 2011 г. на территории Москвы. На столицу могли упасть остатки 6-тонного американского спутника UARS. Космические организации не знали как «приземлить» тяжелый спутник.

- спутник Aura так же не удовлетворял требованиям по безопасности. Аппарат состоял из титана, стали и бериллия, температура плавления которых относительно высока поэтому при входе в атмосферу тяжелый спутник не мог полностью сгореть и оставшиеся фрагменты массой свыше 2,5 тонн, способны долететь до Земли и тем самым представлять опасность для людей. По расчетам радиус падения обломков составлял до 300 км.

- фрагменты спутника ExtremeUltravioletExplorer (EUVE) могут разлететься в полосе длиной до 1000 км. При этом никто не знал, где именно это произойдет, так как спутник не имел необходимых систем управления движением.

Таким образом, возникло сразу две проблемы, связанными с безопасностью использования спутников: 1) как опустить на землю тяжелый орбитальный спутник, период функционирования которого подходит к завершению и 2) что делать с еще незапущенным аппаратом, который в будущем при спуске может представлять угрозу [статья, проект + патент И. Д. Бадьина]

**Практическая работа № 9**  
**ВОЗНИКАЮЩИЕ ОПАСНОСТИ**  
**В ИССЛЕДОВАНИИ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА**

**ОБОРУДОВАНИЕ:**

Литература и Интернет-сайты для подготовки докладов.

1. Первопроходцы космоса: Ю. А. Гагарин, Г.С. Титов, А. Г. Николаев, В. В. Терешкова, А. А. Леонов, С. Е. Савицкая, В. А. Шаталов.

Видеофильм «Время первых» (2015)

Приложение 4 Вопросы по сюжету фильма «Время первых»

**ХОД РАБОТЫ**

1. По содержанию презентации-доклада «Первопроходцы космоса: Ю. А. Гагарин, Г. С. Титов, А. Г. Николаев, В. В. Терешкова, А. А. Леонов, С. Е. Савицкая, В. А. Шаталов» выявите героизм в преодолении возникающих опасностей, с которыми сталкивались первопроходцы в освоении космического пространства.

Таблица 2

**Ученые в развитие науки астрономии**

№	Ф.И.О.	Даты жизни ученых или исследований	Основные исследования

*Вывод.*

2. Профессия-космонавт, основные характеристики личности в профессии.

\*В России обучение можно завершить в Центре подготовки космонавтов, но принимают туда, как правило, выпускников Аэрокосмического факультета МГТУ им. Баумана, либо выпускников лётных военных училищ. Среди наиболее известных: Борисоглебский учебный авиационный центр подготовки лётного состава им. В. Чкалова Краснодарское высшее военное авиационное училище им. А. Серова, Тамбовское высшее военное авиационное училище им. М. Расковой

3. При просмотре видеофильма «Время первых» режиссера Д. И. Киселева сформулируйте ответы на вопросы сюжета (Приложение 4) и запишите общий вывод об опасностях, возникающих у космонавтов в изучении космического пространства.

1. Какие черты характера помогли А. А. Леонову и Павлу Ивановичу Беляеву преодолевать рискованные опасные ситуации. Приведите 2-3 факта из видеофильма.

2. Почему руководство космического центра для полета в космос на корабле «Восход-2» выбирают двух товарищей - А. А. Леонова и П. Беляева?

3. Какими техническими характеристиками обладали первые космические скафандры. Что не предусмотрели инженеры-разработчики при их создании?

4. С какой первой нестандартной ситуацией столкнулся А.А. Леонов при выходе в космическое пространство? (52, 59 минуте)

5. Каким образом А.А. Леонову удалось преодолеть разгерметизацию скафандра?

6. Что сделал А. А. Леонов, чтобы удачно войти в космический корабль после пребывания в космическом пространстве?

7. Какие действия предпринял космонавт, чтобы не произошла разгерметизация корабля «Восход-2»?

8. Какие последствия предполагали инженеры для дальнейшей работы корабля «Восход-2» и его экипажа после отстрела шлюза?

9. Очередная нештатная ситуация: в кабине экипажа поднялось давление в два раза выше нормы, концентрация  $O_2$  значительно увеличилось. Как бы отразилась такая ситуация на здоровье космонавтов? Какой шанс был у экипажа для выживания? Какие действия предпринял товарищи в данной ситуации?

10. Новая нештатная ситуация: возникли трудности с возвращением на Землю (1ч30м)

- почему невозможно было пилотировать корабль автоматически?

- назовите причину, по которой корабль «Восход-2» с космонавтами могли оставить на орбите?

- Какой спор возник между генералом Николай Петрович Каманиным и Сергеем Павловичем Королевым о возвращении космонавтов на Землю?

- каким образом действовали товарищи, чтобы совершить посадку корабля?

11. Нештатная ситуация в Пермской тайге: на грани жизни и смерти (способы выживания).

- что происходило с космонавтами после 3-х часов после посадки?

- почему важна гражданская позиция местного населения?

-- поведение руководства космического центра для спасения космонавтов?

12. Роль личности генерального конструктора и руководителя С. П. Королева для возвращения людей на Землю?

13. Сколько всего опасных ситуаций преодолели А. А. Леонов и П.И. Беляев за время полета, чтобы вернуться из космоса живыми?

Запишите общий вывод об опасностях, возникающих у космонавтов в изучении космического пространства.

#### **ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ:**

1. Перечислите основные космические опасности, создающие проблемы работы в космосе.

2. Почему профессия космонавт только для избранных?

3. Чем отличаются условия работы космонавтов на современных космических станциях от условий на первых космических кораблях СССР?

4. Какими характеристиками обладают современные космические скафандры?

5. Можно ли сказать, что уровень космической отрасли влияет на показатель экономического развития страны?

6. Как вы думаете, почему летчики-космонавты за работу в космическом пространстве получали звания Героя Советского Союза?

7. Какие вы знаете песни, посвященные космонавтам? Назовите ваши любимые?

## Практическая работа № 10 НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОПАСНОСТИ В ИЗУЧЕНИИ КОСМОСА

### ОБОРУДОВАНИЕ:

Литература и Интернет-сайты для подготовки докладов.

1. Роль информационных технологий в изучении космоса.
2. Перспективы развития космонавтики.

Видеофильм «Салют-7» российский полнометражный драматический художественный фильм 2017 года режиссёра Клим Шипенко по сценарию Натальи Меркуловой.

Приложение 5 «Вопросы по видеофильму «Салют-7».

Таблица «Сравнительная характеристика космических ситуаций в разные временные эпохи».

### ХОД РАБОТЫ

1. Обсудите содержание докладов о перспективах развития космонавтики:
  - а) Роль информационных технологий в изучении космоса.
  - б) Перспективы развития космонавтики.
2. При просмотре видеофильма «Салют-7» режиссера Клим Шипенко сформулируйте **ответы на вопросы сюжета** (Приложение 5) и запишите общий вывод об опасностях, возникающих у современных космонавтов в решении поставленных задач.
  1. Какое задание должны были выполнить космонавты Светлана Лазарева и Владимир Федоров?
  2. Что происходит с космическим скафандром Светланы Лазаревой? Почему даже современные скафандры являются объектом риска в космосе?
  3. Почему Владимир Лазарев был отстранен от космических полетов?
  4. Станция «Салют-7» массой 20 тонн и размером 15-16 метров выходит из строя. Почему для России очень важно устранить неполадки и запустить станцию? **с11-14 минут**
  5. Почему невозможно было уничтожить станцию ракетами?
  6. Какие сложности аварии на станции предстояло устранить экипажу?
  7. Почему Владимира Федорова и Виталия Алехина отзывают в космический полет?
  8. Какие качества личности необходимы современным космонавтам? **1ч.12 минут**
  9. Какую первую (почти невыполнимую) задачу ставят экипажу «Польмира1»?
  10. Перечислите опасности, которые возникают перед космонавтами при
    - стыковки со станцией «Салют-7»? **34-38 минут**
    - переход в узловой отсек? (почему у Виталия заложило уши?)
    - проверки на герметичность?
    - переход на станцию?
  11. Почему внутри станции «Салют-7» оказался лед и снег толщиной 1 см?
  12. В чем огромный риск в дальнейшем продолжении работы на станции? **43-46 мин**
  13. Почему американские ученые считают, что запустить станцию практически не возможна и она обречена? Зачем американским космонавтам интересно было бы захватить станцию «Салют-7»?
  14. Какие действия предпринимают российские космонавты, чтобы не допустить захвата станции? **46-48 мин.**
  15. Почему руководство рискует жизнью экипажа ради спасения этой «железяки», «металлолома» в 20 тонн? **56-59 мин.**
  16. В каких нештатных ситуациях работает российский экипаж на станции? Что происходит со здоровьем космонавтов?
  17. Почему не получается подключить батареи для обогрева станции и В. Федоров вынужден исследовать станцию в открытом космосе? **60 минут**
  18. Причина возникновения пожара на станции «Союз Т-13»?



19. К какому решению приходит руководство Космического Центра, чтобы вернуть экипаж на Землю? **1ч.12 минут**

20. Какое решение принимает сам экипаж для возвращения на Землю? **1ч.25 минут**

21. Как вы считаете, «Почему невозможное становится возможным» в сложившейся ситуации?

Запишите общий вывод об опасностях, возникающих у современных космонавтов.

3. Выполняя самостоятельную работу № 3, просматривая видеофильм «Марсианин» (2015) режиссёра Ридли Скотта по сценарию Дрю Годдардом и фильмы российских режиссеров заполните таблицу «Сравнительная характеристика космических ситуаций в разные временные эпохи»

Таблица №1

«Сравнительная характеристика космических ситуаций в разные временные эпохи»

Вопросы для сравнения	«Время первых»	«Салют-7»	«Марсианин»
1. Какие качества личности необходимы космонавтам для решения не штатных ситуаций?			
2. Почему в поисках подходов поставленных задач руководство Космических Центров вынуждены принимать рискованные решения?			
3. Почему скафандр на разных этапах развития космонавтики является повышенной опасностью для экипажа?			
4. Что из себя представляло пространство космического корабля, в котором перемещались (находились) космонавты?			
5. Сколько по времени мог длиться полет экипажа? Почему?			
6. Какие основные опасности преодолевали космонавты и руководство космических центров в сложившихся ситуациях?			
7. Покажите значение инженеров-конструкторов в решениях сложных космических обстоятельствах.			
8. Докажите фактами из фильмов о слаженном взаимодействии всех структур космического центра, космического экипажа, родных и близких для принятия правильных решения в сложных и опасных ситуациях.			

4. Сформулируйте общий вывод об опасностях, которые необходимо учитывать современным инженерам-ученым при запусках космических кораблей.

#### **ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ:**

1. Какие задачи ставит государство страны перед космонавтикой в условиях информационных технологий?

2. Докажите актуальность изучения космического пространства?

3. Каким образом космические исследования влияют на развитие компьютерных, информационных технологий?
4. Почему в область космонавтики многих «не берут в космонавты»?

**Распределить темы докладов к следующей лекции:**

- История создания Роскосмос (МКС) и NASA цели и задачи, современные проекты.
- Космические программы Роскосмос (МКС), перспективы развития.
- Космические программы NASA: «Меркурий (космическая программа), Джемини (космический корабль), Аполлон (программа, Скайлэб), Экспериментальный полёт «Аполлон» – «Союз», Спейс шаттл, Созвездие (космическая программа) и др.
- Две космические идеи в новой разработке NASA по улучшению скафандра.

## Практическая работа № 11

### ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ВОЗМОЖНЫЕ ОПАСНОСТИ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ГЛУБОКОГО КОСМОСА

#### ОБОРУДОВАНИЕ:

Видеосюжет «Наша Галактика»

<https://tutknow.ru/astronomy/4978-kakie-byvayut-tumannosti-v-kosmose.html>

– листы ватмана для создания созвездий или строения Галактики Млечный путь.

#### ХОД РАБОТЫ

1. Составить краткий конспект по содержанию докладов-сообщений:
  - а) Результаты изучения космических объектов Глубокого космоса (звезды и созвездия);
  - б) Звездные скопления, виды галактик и Млечный путь;
  - в) Предположите какие основные опасности могут возникнуть на планете Земля? Пути решения. Сформулируйте вывод.
2. По содержанию видеофильма: «Галактики» сформулируйте 5-10 вопросов.
3. Изучите особенности строения галактики Млечный путь и на ватмане зарисуйте, обозначив местонахождения Солнечной системы.
4. Сформулируйте общий вывод о возможных опасностях для планеты Земля и населения.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ:

1. Перечислите возможные опасности от космических объектов Глубокого космоса, предложите возможные меры защиты.

#### Подготовить темы докладов-сообщений:

1. Результаты изучения космических объектов Глубокого космоса (звезды и созвездия, звездные скопления, галактики, экзопланеты, туманности, пульсары, квазары, черные дыры, темная материя и темная энергия).

**Практическая работа № 12**  
**ОПАСНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ**  
**ГЛУБОКОГО КОСМОСА**

**ОБОРУДОВАНИЕ:**

Ватман и подготовленный материал для защиты постеров «Космические объекты Глубокого космоса (экзопланеты, туманности, пульсары, квазары, черные дыры, темная материя и темная энергия)»

**ХОД РАБОТЫ**

1. Составить краткий конспект по содержанию докладов-сообщений:  
Результаты изучения космических объектов Глубокого космоса (экзопланеты, туманности, пульсары, квазары, черные дыры, темная материя и темная энергия).  
Сформулируйте вывод.
2. По содержанию презентации: «Космические объекты Глубокого космоса» опишите особенности экзопланет, туманностей, пульсаров, квазаров, черные дыры, темная материя и темная энергия заполните таблицу «Особенности космических объектов Вселенной». Сформулируйте вывод о возможных опасностях для планеты Земля.

<b>вопросы</b>	<b>экзопланеты</b>	<b>туманности</b>	<b>пульсары</b>	<b>квазары</b>	<b>черные дыры</b>	<b>темная материя</b>	<b>темная энергия</b>
<b>определение</b>							
<b>особенности</b>							
<b>исходящая опасность</b>							

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ:**

1. Какие космические объекты входят в Глубокий космос?
2. Какими общими особенностями обладают данные объекты Глубокого космоса?
3. Зачем научное сообщество изучают космические объекты Вселенной?
4. Перечислите возможные опасности от космических объектов Глубокого космоса, предложите возможные меры защиты.

## Практическая работа № 13

### СОЛНЕЧНАЯ И ГЕОМАГНИТНАЯ АКТИВНОСТЬ

#### ОБОРУДОВАНИЕ:

Приложение 8-Текст В.Б. Болтырова «Солнечная и геомагнитная активность»

Приложение 9-Текст статьи Г. К. Артамонова, Л.А. Коннова «О космогенных факторах и катастрофах на Земле. <https://vestnik.igps.ru/wp-content/uploads/V32/4.pdf>

#### ХОД РАБОТЫ

3. Составить краткий конспект по содержанию докладов-сообщений:
  - а) Исследования особенностей строения и активности Солнца.
  - б) Космические аппараты, методы изучения солнечной активности.
  - в) Научные работы и роль личности А.Л. Чижевского в изучении небесного светила.Сформулируйте вывод.
5. По содержанию текста статьи В.Б. Болтырова «Солнечная и геомагнитная активность» опишите опасности и меры защиты, вызываемыми данными явлениями. Сформулируйте общий вывод.
6. По содержанию текста статьи Г.К. Артамонова, Л.А. Коннова «О космогенных факторах и катастрофах на Земле» опишите опасности и меры защиты, вызываемыми данными явлениями. Сформулируйте общий вывод

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ:

- 1.Что значит первичная, вторична и третичная защитная сферы Земли?
- 2.Какие опасные процессы направлены на эти сферы, и какие явления они вызывают на планету Земля? Приведите примеры.
- 3.Назовите меры защиты от данных явлений?
- 4.Какой научный вклад внес А.Л. Чижевский.
5. Перечислите возможные опасности от космических факторов.

## Практическая работа № 14

### ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ – ЗЕМЛЯТРЕСЕНИЯ

*Список литературы для ознакомления (основательно изложена каждая тема и приведены примеры решения каждой из задач):*

1. Радоуцкий, В. Ю. Опасные природные процессы: учебное пособие / В. Ю. Радоуцкий, Ю. В. Ветрова, Д. И. Васюткина; под редакцией В. Ю. Радоуцкий. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 198 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/28371.html> (дата обращения: 20.03.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей) С. 7-88

#### Задача №1. Возможность оповещения при землетрясении.

**Краткая теория:** в очаге землетрясения выделяется точка, в которой начинается разрушение земной породы, именуемая гипоцентром. Проекция гипоцентра на земную поверхность называется эпицентром. Возмущения грунтовой среды, порожденные в гипоцентре, распространяются во все стороны в виде упругих продольной (P) и поперечной (S) сейсмических волн. Взаимодействие этих волн с поверхностью земли возбуждает поверхностную волну (R). Схема распространения волн P, S, R в случае однородного грунтового полупространства показана на рис. 1.

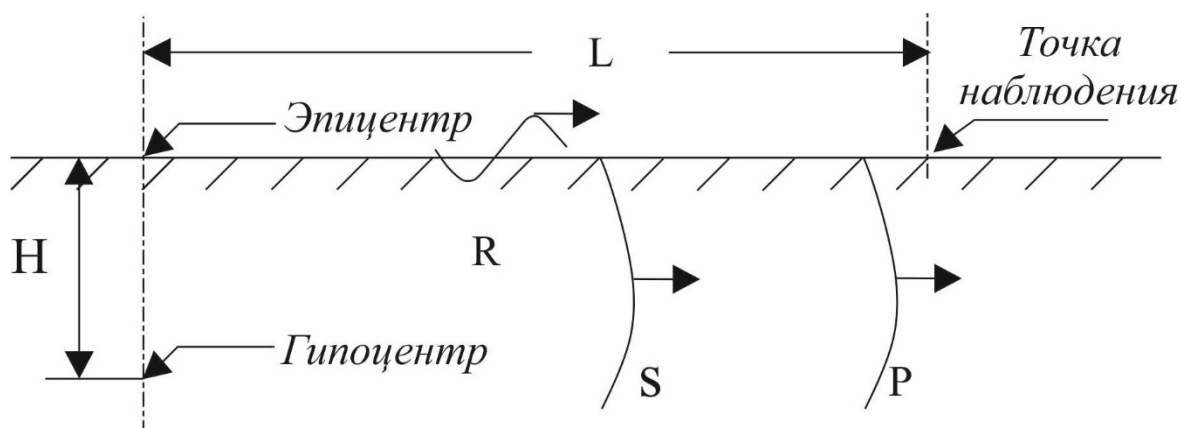


Рис.1. Волновая картина при землетрясении

#### Условие задачи:

Оценить возможность оповещения жителями одного населенного пункта жителей другого населенного пункта о землетрясении, если первый из них расположен непосредственно в окрестности эпицентра землетрясения, второй — на расстоянии L км от эпицентра. Глубина очага землетрясения H км. Скорость распространения продольной волны ( $N_p$ ) для скальных грунтов состоящих из гранита принимаем равную 4,6 км/с.

#### Алгоритм выполнения:

1. Находим время прихода первой из сейсмических волн — продольной волны P к первому населенному пункту.

$$t_1 = \frac{H}{N_p} \quad (1)$$

2. Вычисляем время прихода этой волны ко второму населенному пункту:

$$t_1 = \frac{\sqrt{H^2 + L^2}}{N_p} \quad (2)$$

3. Находим разность времени

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (3)$$

4. Сделать вывод о возможности оповестить населения и принять необходимые меры

**Исходные данные для выполнения задачи:**

А)  $L = 50$  км;  $H = 25$  км;  $N_p = 4,6$  км/с;

Б)  $L = 150$  км;  $H = 20$  км;  $N_p = 4,6$  км/с;

В)  $L = 200$  км;  $H = 15$  км;  $N_p = 4,6$  км/с.

МАГНИТУДА ЗЕМЛЯТРЕСЕНИЯ.  
СВЯЗЬ МАГНИТУДЫ С ЭНЕРГИЕЙ ЗЕМЛЯТРЕСЕНИЯ

**Задача №2. Краткая теория:** при сильных землетрясениях в очаге выделяется большое количество энергии. Энергию землетрясений обычно определяют через параметры сейсмических волн.

Для сравнительной оценки энергии землетрясений Рихтер предложил использовать специальную величину – магнитуду. По Рихтеру магнитуда тектонических землетрясений составляет  $0 < M < 9$ . Магнитуда (от лат. *magnitudo* – величина и *magnus* – большой) – величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызываемых землетрясением, находится как десятичный логарифм от смещения грунта на определенном расстоянии:

$$M = \lg \frac{A}{A_0} \quad (1)$$

где  $M$  – магнитуда землетрясения;  $A$  – смещение грунта при рассматриваемом землетрясении;  $A_0$  – смещение грунта при очень слабом землетрясении, принятом за начало отсчета.

Энергия землетрясения связана с магнитудой соотношением:

$$\lg Q = \alpha + \beta M \quad (2)$$

где  $Q$  – энергия землетрясения, Дж;  $\alpha, \beta$  – эмпирические коэффициенты. При использовании в учебных целях примем значения коэффициентов  $\alpha = 5,32$ ,  $\beta = 1,42$ , хотя отмечается, что в различных регионах они могут варьироваться в определенных пределах.

Соотношения можно представить в виде

$$Q = 10^{5,32+1,42M} \quad (3)$$

Магнитуду землетрясения вычисляют на сейсмических станциях по величине максимальной амплитуды записи смещения грунта на сейсмограмме с учетом расстояния от эпицентра до станции и глубины очага. Координаты эпицентра и глубину очага находят при известных значениях  $N_p, N_s$  по временам прихода волн к нескольким станциям.

На каждой сейсмической станции имеются специальные методики для определения магнитуды, доведенные до программ для ЭВМ и номограмм.

Когда происходит землетрясение, обработав сейсмограмму и зная эпицентральное расстояние, обращаются к ЭВМ или номограммам.

В упрощенном виде процедура расчета показана на рис. 2, построенном для некоторой конкретной станции.



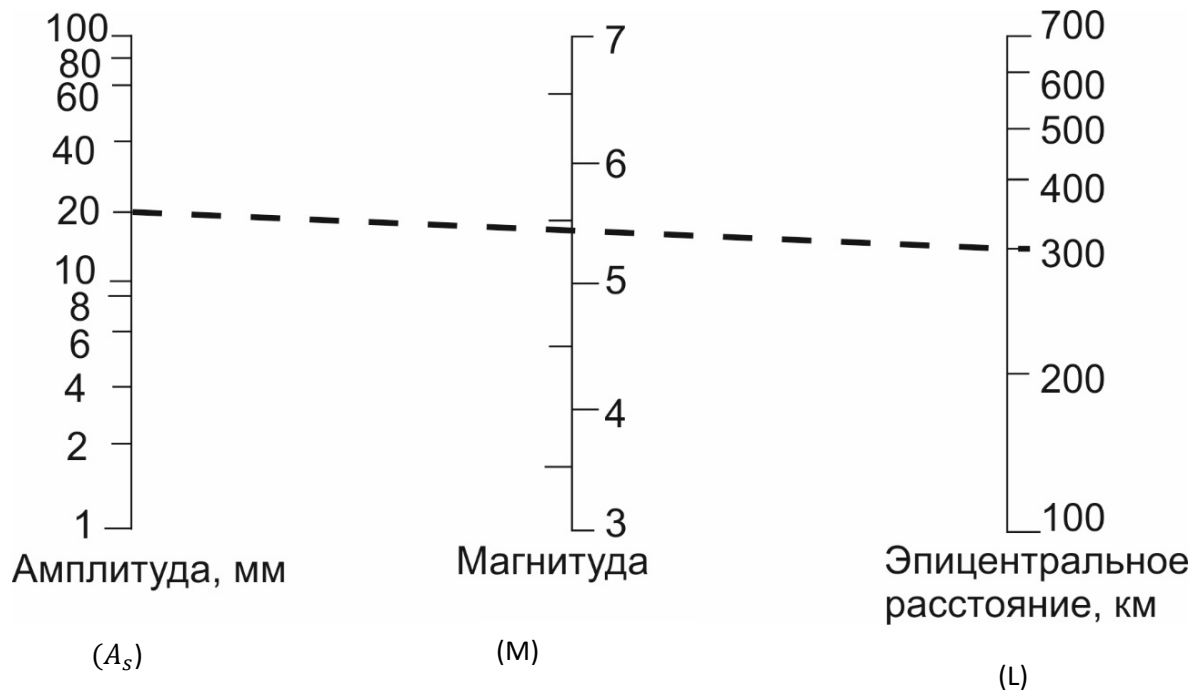


Рис.2. Номограмма для определения магнитуды

**Условие задачи:**

Определить магнитуду землетрясения, если амплитуда смещения на сейсмограмме составляет  $A_s$  мм, расстояние от эпицентра до сейсмической станции  $L$  км, и вычислить энергию землетрясения  $Q$  Дж.

**Алгоритм выполнения:**

1. Например если  $A_s = 20$  мм, а  $L = 300$  км. Соединяем пунктирной линией точку 20 мм на первой шкале с точкой 300 км на третьей шкале. На средней шкале считываем значение магнитуды  $M = 5,4$ , как показано на рис.2.
2. По формуле (3) вычисляем энергию землетрясения.

**Исходные данные для выполнения задачи:**

А)  $A_s = 2$  мм;  $L = 600$  км; (Полученная магнитуда должна примерно совпадать с магнитудой землетрясения в Хорватии 22.03.2020)

Б)  $A_s = 8$  мм;  $L = 100$  км; (Полученная магнитуда должна примерно совпадать с магнитудой землетрясения в Италии 17.03.2020)

В)  $A_s = 1$  мм;  $L = 300$  км; (Полученная магнитуда должна примерно совпадать с магнитудой землетрясения в г. Екатеринбург 19.10.2015)

**Практическая работа № 16**

## ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗЕМЛЯТРЕСЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫЕ ОБЪЕКТЫ

**Задача №3. Краткая теория:** в предыдущих заданиях, для расчетов использовалась шкала Рихтера позволяющей оценить энергию землетрясения. Следует отметить, что в средствах массовой информации (СМИ) интенсивность землетрясения часто оценивают в баллах по шкале Рихтера. Шкала Рихтера –это шкала магнитуд, баллы этой шкалы – величина магнитуды.

Но для выполнения задания «оценки воздействия землетрясения на различные объекты» необходимо познакомиться с еще одной шкалой.

ЮНЕСКО рекомендовало использовать в качестве международной шкалы – шкалу **MSK-64**, названную по фамилиям предложивших ее сейсмологов: Медведева С. из СССР, Шпонхойера В. из ГДР и Карника В. из ЧСР. В этой шкале интенсивность землетрясения в баллах сопоставляется с параметрами движения грунта, дается оценка последствий.

В табл. 1 приводятся основные данные шкалы MSK-64, рекомендованной к использованию ЮНЕСКО, а именно балл, вид землетрясения и последствия, с другими параметрами, например, движением грунта можете ознакомиться самостоятельно в литературе к данной теме.

Таблица 1

### Шкала MSK-64 интенсивности землетрясений

Балл	Землетрясение	Последствия
1	Незаметное	Ощущается только приборами
2	Очень слабое	Ощущается отдельными людьми на верхних этажах домов
3	Слабое	Ощущается некоторыми людьми в помещениях. Слабое покачивание висячих предметов
4	Умеренное	Ощущается в помещениях многими, а вне помещений - немногими людьми. Отмечается вибрация, такая же, как от проходящего мимо грузовика.
5	Среднее	Общее сотрясение зданий, сдвиги мебели. Трещины в штукатурке, оконных стеклах. Пробуждение спящих
6	Сильное	Ощущается всеми, многие люди напуганы. Картины падают со стен, откалываются куски штукатурки, легкие повреждения зданий.
7	Очень сильное	Ощущается всеми, многие люди напуганы. Картины падают со стен, откалываются куски штукатурки, легкие повреждения зданий.
8	Разрушительное	Частичное разрушение плохо построенных зданий; падают дымовые трубы и карнизы; обрушиваются лестницы и пролеты.
9	Опустошительное	Общая паника. Разрушаются каменные здания. Лопаются подземные трубопроводы. Большие трещины в грунте.

Балл	Землетрясение	Последствия
10	Уничтожающие	Общее разрушение зданий. Происходят большие оползни. Серьезные повреждения плотин, набережных и т. д.
11	Катастрофа	Катастрофические разрушения. Подземные трубопроводы полностью выходят из строя; рельсы сильно искривляются.
12	Сильная катастрофа	Значительное изменение ландшафта смещение крупных скальных массивов многочисленные трещины, обвалы, оползни. Возникновение водопадов, подпруд, отклонение течения рек. Ни одно сооружение не выдерживает.

Интенсивность землетрясения в точках на поверхности земли зависит от выделенной в очаге энергии, глубины очага и удаления от эпицентра.

Максимальная интенсивность землетрясения имеет место в эпицентре:

$$J_0 = C_1 \cdot M - C_2 \lg H + C_3 \quad (1)$$

где  $J_0$  – интенсивность землетрясения в эпицентре, балл;  $M$  – магнитуда;  $H$  – глубина очага, км. Среднее значение коэффициентов:  $C_1 = 1,5$ ;  $C_2 = 3,5$ ;  $C_3 = 3,0$

Интенсивность землетрясения уменьшается с увеличением расстояния  $L$  от эпицентра. Рихтер и Гуттенберг предположили следующую формулу для определения интенсивности землетрясения на различных расстояниях, где  $L > H$ :

$$J = J_0 - 6 \lg \frac{\sqrt{L^2 + H^2}}{H} + \Delta \quad (2)$$

где  $J$  – интенсивность землетрясения на расстоянии  $L$ , км, от эпицентра, балл;  $\Delta$  – поправка, учитывающая особенности местных геологических условий; величины  $J_0$ ,  $H$  имеют то же значение, что и в формуле (1).

Формула (2) была получена применительно к условиям скального грунта. Позднее введена поправка, учитывающая влияние местных геологических условий, но для учебных целей примем поправку ( $\Delta$ ) равную 0 и все расчеты проводим, приняв грунт за скальный.

Следует отметить, что в ряде стран для определения величины  $J$  используются зависимости, несколько отличные от зависимости (2), тем не менее, в расчетах, носящих оценочный характер, применение этой формулы допустимо.

В приближенных учебных расчетах для оценки воздействия землетрясения на различные объекты пользуются данными табл. 2, полученными на базе теоретических исследований и анализа фактических материалов последствий землетрясений

**Зависимость степени разрушения зданий, сооружений от интенсивности землетрясения**

Сооружение	Интенсивность землетрясения $J$ , балл		
	Степень разрушения объектов		
	Слабое	Среднее	Сильное
Промышленное здание с тяжелым металлическим (или железобетонным) каркасом	7-8	8-9	9-10
Промышленное здание с легким металлическим каркасом и здание бескаркасной конструкции	6-7	7-8	8-9
Многоэтажное кирпичное здание ( $> 3$ )	6	6-7	7-8
Малозэтажное кирпичное здание ( $< 3$ )	6-7	7	7-8
Внутренние стены:			
Железобетонные(гипсобетонные)	6	7	7,5
Деревянные	5	6	7
Деревянный дом	5-6	6	6,5 - 7,5
Остекление:			
Из обычного стекла	3	4	5
Из стеклоблоков	5-6	6-7	7-7,5

**Условие задачи:**

Оценить воздействие землетрясения на отдельно стоящее сооружение В, расположенное на расстоянии  $L$  км от эпицентра. Магнитуда землетрясения  $M$  баллов (по шкале MSK-64), глубина очага землетрясения  $H$  км, грунт скальный, поэтому поправка  $\Delta = 0$ .

**Алгоритм выполнения:**

1. По формуле (1) рассчитать интенсивность землетрясения в эпицентре ( $I_0$ ).
2. Согласно таблице 1, определить вид землетрясения (слабое, сильное, разрушительное и т.д).
3. Интенсивность землетрясения ( $I$ ) на расстоянии  $L$  км определить по формуле (2).
4. Согласно таблице 2, определить степень разрушения объекта.

**Исходные данные для выполнения задачи:**

А) В - Деревянный дом;  $L = 50$  км;  $M = 5$ ;  $H = 8$  км.

Б) В - Многоэтажное кирпичное здание ( $> 3$  этажей);  $L = 150$  км;  $M = 7$ ;  $H = 15$  км.

В) В - Промышленное здание с тяжелым металлическим (или железобетонным) каркасом;  $L = 20$  км;  $M = 9$ ;  $H = 7$  км.

## Практическая работа № 17

### ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ – ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ

1. Ознакомиться с содержанием материалов (Радоуцкий, В. Ю. Опасные природные процессы : учебное пособие / В. Ю. Радоуцкий, Ю. В. Ветрова, Д. И. Васюткина ; под редакцией В. Ю. Радоуцкий. Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 198 с. – ISBN 2227-8397. Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/28371.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. пользователей) С. 106-115

Ознакомиться с содержанием материалов (Баринов, А. В. Опасные природные процессы : учебное пособие / А. В. Баринов, В. А. Седнев, Т. В. Рябикина. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 324 с. – ISBN 978-5-906172-18-1. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/62063.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей) С. 71-100

2. Выполнить задания:

А) Определить дальность полёта вулканической бомбы;

Б) Определить энергию вулканического извержения;

В) Определить вероятность вулканического извержения и риск вулканического извержения.

3. Результаты внести в таблицу 1.

#### Исходные данные для выполнения заданий:

А) Определите дальность полета вулканической бомбы, если её начальная скорость составляет 300 м/с, угол выброса по отношению к горизонту  $45^\circ$ , высота кратера вулкана 1000 м.

Дальность полёта вулканической бомбы определяется по формуле (1)

$$L = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4ac}}{2a} \quad (1)$$

где,  $b$  – тангенс ( $tg$ ) угла выброса вулканической бомбы к горизонту;  $a$  – численный коэффициент уравнения, определяемый по формуле (2);  $c$  – высота кратера вулкана.

$$a = \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \beta} \quad (2)$$

где,  $g$  - ускорение свободного падения;  $V_0$  – начальная скорость вулканической бомбы

А.1.) Определите дальность полета вулканической бомбы, если её начальная скорость составляет 600 м/с, угол выброса по отношению к горизонту  $60^\circ$ , высота кратера вулкана 500 м.

А.2.) Определите дальность полета вулканической бомбы, если её начальная скорость составляет 450 м/с, угол выброса по отношению к горизонту  $45^\circ$ , высота кратера вулкана 750 м.

А.3.) Определите дальность полета вулканической бомбы, если её начальная скорость составляет 450 м/с, угол выброса по отношению к горизонту  $60^\circ$ , высота кратера вулкана 2250 м.

Б) Определите энергию вулканического извержения, если объем извергнутого материала (лавы) составляет  $1 \text{ км}^3$ , температура лавы  $1200^\circ\text{C}$ , плотность лавы  $2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , температура воздуха  $0^\circ\text{C}$ . Результат представить в Дж,  $1 \text{ кал} = 4,19 \text{ Дж}$ .

Энергия вулканического извержения определяется по формуле (3)

$$E = V\rho(\Delta T * c_1 + c_2) \quad (3)$$

где,  $V$  – объём извергнутого материала;  $\rho$  – плотность извергнутого материала;  $\Delta T$  – превышение температуры лавы над температурой воздуха;  $c_1 = 0,25 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град}^\circ$ ;  $c_2$  – теплота плавления =  $50 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град}^\circ$ .

Б.1.) Определите энергию вулканического извержения, если объем извергнутого материала (лавы) составляет  $7 \text{ км}^3$ , температура лавы  $500^\circ\text{C}$ , плотность лавы  $2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , температура воздуха  $3,6^\circ\text{C}$ . Результат представить в Дж,  $1 \text{ кал} = 4,19 \text{ Дж}$ .

Б.2.) Определите энергию вулканического извержения, если объем извергнутого материала (лавы) составляет  $10 \text{ км}^3$ , температура лавы  $850^\circ\text{C}$ , плотность лавы  $2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , температура воздуха  $6,4^\circ\text{C}$ . Результат представить в Дж,  $1 \text{ кал} = 4,19 \text{ Дж}$ .

Б.3.) Определите энергию вулканического извержения, если объем извергнутого материала (лавы) составляет  $3 \text{ км}^3$ , температура лавы  $1000^\circ\text{C}$ , плотность лавы  $2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , температура воздуха  $5^\circ\text{C}$ . Результат представить в Дж,  $1 \text{ кал} = 4,19 \text{ Дж}$ .

В) Определите вероятность вулканического извержения на протяжении 10 лет, если временной интервал между такими событиями составляет 1,5 года.

В.1.) Используя результаты предыдущих вычислений определите риск вулканического извержения.

Вероятность вулканического извержения можно определить по формуле (4)

$$P(A) = \mu T e^{-\mu T} \quad (4)$$

где,  $\mu$  - Среднее число вулканических извержений в единицу времени 1 год, определяемое по формуле (5);  $T$  – рассматриваемый период времени.

$$\mu = \frac{1}{T} \quad (5)$$

Риск вулканического извержения определяется по формуле (6)

$$R = 1 - e^{-\mu T} \quad (6)$$

**Таблица 1. Результаты вычислений**

Номер задания	Ответ
А)	
А.1.)	
А.2.)	
А.3.)	
Б)	
Б.1.)	
Б.2.)	
Б.3.)	
В)	
В.1.)	

## Практическая работа № 18

### ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ – ОПОЛЗНИ

1. Ознакомиться с содержанием материалов (Радоуцкий, В. Ю. Опасные природные процессы : учебное пособие / В. Ю. Радоуцкий, Ю. В. Ветрова, Д. И. Васюткина ; под редакцией В. Ю. Радоуцкий. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 198 с. – ISBN 2227-8397. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/28371.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. пользователей) С. 94-97

Ознакомиться с содержанием материалов (Баринов, А. В. Опасные природные процессы : учебное пособие / А. В. Баринов, В. А. Седнев, Т. В. Рябикина. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 324 с. – ISBN 978-5-906172-18-1. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/62063.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей) С. 145-162

#### 2 Выполнить задания:

- А) Определить коэффициент устойчивости склона в конце периода наблюдения;
  - Б) Определить возможность схода оползня в конце периода наблюдения;
  - В) Определить вероятное время возникновения оползня.
3. Результаты вычислений занести в таблицу 2.

#### Исходные данные для выполнения заданий:

А) Определите коэффициент устойчивости склона в конце периода наблюдения по формуле (1), если: начальное значение коэффициента устойчивости = 1,27; среднее годовое уменьшение коэффициента устойчивости вследствие равномерного подмыва подошвы склона =  $5 \cdot 10^{-3}$ . Период наблюдения принять равным 50 годам.

$$X = X_0 - T\Delta X \quad (1)$$

где,  $X_0$  - начальное значение коэффициента устойчивости;  $T$  – период наблюдения;  $\Delta X$  -среднее годовое уменьшение коэффициента устойчивости вследствие равномерного подмыва подошвы склона.



Б) Определите возможность оползня, если средняя величина амплитуды отрицательного отклонения обратимых колебаний коэффициента устойчивости от негативных воздействий = 0,03; максимальная величина коэффициента устойчивости от негативных воздействий = 0,1.

В) Используя предыдущие данные, определите вероятное время возникновения оползня по формуле (2).

$$\text{от } \frac{(X_0 - \Delta X_{\max} - 1)}{\Delta X} \text{ до } \frac{(X_0 - \Delta X_{\text{ср}} - 1)}{\Delta X} \quad (2)$$

где,  $\Delta X_{\max}$  - максимальная величина коэффициента устойчивости от негативных воздействий;  $\Delta X_{\text{ср}}$  - средняя величина амплитуды отрицательного отклонения обратимых колебаний коэффициента устойчивости от негативных воздействий.

**Таблица 2. Результаты вычислений**

Номер задания	Ответ
А)	
Б)	
В)	

**Практическая работа № 19**  
**ДЕГАЗАЦИЯ НЕДР ПЛАНЕТЫ**

1. Повторить материалы лекционного занятия
2. Выполнить задания, ответив на вопросы:
  - А) Что такое дегазация недр?
  - Б) В чём заключается отличие состава современной атмосферы от вулканических газов?
  - В) Какую роль сыграли разломы в формировании атмосферы и гидросферы Земли
  - Г) Как и на что влияют кориолисовы силы?

**Практическая работа № 20**  
**ДИНАМИКА АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ**

1. Повторить материалы лекционного занятия
2. Выполнить задания:
  - А) Заполните таблицу 3 и сделайте выводы;
  - Б) Заполните таблицу 4 и сделайте выводы

Таблица 3 Характеристика циклонов и антициклонов

Циклон	Антициклон

Вывод:

Таблица 4 Климат и погода – ключевые сходства и различия

Климат	Погода

Вывод:

**Практическая работа № 21**  
**ДИНАМИКА ГИДРОСФЕРЫ ЗЕМЛИ**

1. Повторить материалы лекционного занятия
2. Выполнить задания:
  - А) Перечислите и кратко охарактеризуйте особенности, характерные для гидросферы Земли
  - Б) Дайте определение терминам «апвеллинг» и «даунвеллинг»
  - В) Составьте классификационную схему течений в Мировом океане

**Практическая работа № 22**  
**ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.**  
**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

1. Ознакомиться с содержанием материалов (Радоуцкий, В. Ю. Опасные природные процессы : учебное пособие / В. Ю. Радоуцкий, Ю. В. Ветрова, Д. И. Васюткина ; под редакцией В. Ю. Радоуцкий. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 198 с. – ISBN 2227-8397. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/28371.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. пользователей) С. 142  
Ознакомиться с содержанием материалов (Баринов, А. В. Опасные природные процессы : учебное пособие / А. В. Баринов, В. А. Седнев, Т. В. Рябикина. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 324 с. – ISBN 978-5-906172-18-1. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/62063.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей) С. 247-249

- 2 Выполнить задания:

А) Ознакомиться с содержанием ГОСТ 22.0.03-97 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения» и ГОСТ Р 22.1.07-99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений и процессов. Общие требования.

Б) Составить классификационную схему опасных метеорологических явлений и процессов на основании ГОСТ 22.0.03-97 и ГОСТ Р 22.1.07-99 (обязательно выделение поражающих факторов).

В) Используя термины ГОСТ 22.0.03-97 составьте кроссворд по опасным метеорологическим явлениям и процессам (минимум 5 слов по горизонтали и 5 слов по вертикали)

### Практическая работа № 23

#### ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ УРАГАНОВ

1. Ознакомиться с содержанием методики оценки последствий ураганов.
2. Выполнить задания:  
Определить степень разрушения зданий и потери жителей в нём.
3. Заполните таблицу 5

#### Например:

*Дано*

Город N

Максимальная скорость ветра 48 м/с

Кирпичное малоэтажное здание

Количество людей в здании 300 человек

#### Ход решения:

- 1) По приложению 1 Методики определяем степень разрушения здания;
- 2) При указанной степени разрушений определяем процентное соотношение потерь населению (общие, безвозвратные, санитарные)
- 3) На основании полученного процентного соотношения – определяем количественное значение потерь населения в здании.

Кирпичное малоэтажное здание при скорости ветра 48 м/с характеризуется сильной степенью разрушения. При сильном разрушении кирпичного малоэтажного здания процентное соотношение потерь населения в нём составляет: общие 60%; безвозвратные 15%% санитарные 45%. Исходя из полученного соотношения определяем, что при сильном разрушении кирпичного здания, в котором находятся 300 человек – количественное

значение потерь будет равно: общие 180 человек; безвозвратные 45 человек; санитарные 135 человек.

В аналогичной последовательности оценка последствий выполняется для каждого здания, а затем полученные данные суммируются и даются результаты по городу в целом.

### Исходные данные для оценки последствий урагана в городе X:

*Дано:*

Город X

Максимальная скорость ветра 42 м/с

Кирпичное 4-х этажное здание с 150 людьми в здании

Кирпичное 7-ми этажное здание с 250 людьми в здании

Административное многоэтажное здание с 100 людьми в здании

Крупнопанельный жилой дом с 400 жителями в здании

Таблица 5. Результаты оценки последствий урагана в городе X

Тип здания	Степень разрушения	Характеристика степени разрушения	Структура потерь населения в разрушенных зданиях при ураганах, %			Структура потерь населения в разрушенных зданиях при ураганах, чел		
			Общие	Безвозвратные	Санитарные	Общие	Безвозвратные	Санитарные
Кирпичное 4-х этажное здание								
Кирпичное 7-ми этажное здание								
Административное многоэтажное здание								
Крупнопанельный жилой дом								
ИТОГО								

## Практическая работа № 24

### ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

1. Ознакомиться с содержанием материалов (Баринов, А. В. Опасные природные процессы : учебное пособие / А. В. Баринов, В. А. Седнев, Т. В. Рябикина. — Саратов : Вузовское образование, 2017. — 324 с. — ISBN 978-5-906172-18-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/62063.html> (дата обращения: 20.03.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей) С. 260-270

2. Выполнить задание:

Объединившись в группы до трёх человек подготовить стендовое сообщение по экстремальным атмосферным осадкам. Важно рассмотреть опасное явление на конкретном примере с указанием: географии явления и последствий (экономических, социальных).

## Практическая работа № 25

### ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. ГРОЗЫ

1. Ознакомиться с содержанием материалов (Радоуцкий, В. Ю. Опасные природные процессы : учебное пособие / В. Ю. Радоуцкий, Ю. В. Ветрова, Д. И. Васюткина ; под редакцией В. Ю. Радоуцкий. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 198 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/28371.html> (дата обращения: 20.03.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей) С. 155-159

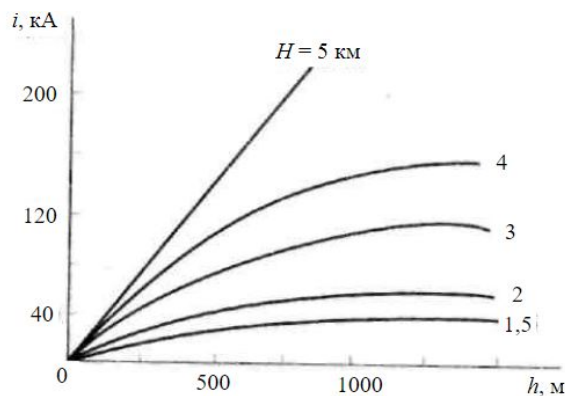
Ознакомиться с содержанием материалов (Баринов, А. В. Опасные природные процессы : учебное пособие / А. В. Баринов, В. А. Седнев, Т. В. Рябикина. — Саратов : Вузовское образование, 2017. — 324 с. — ISBN 978-5-906172-18-1. — Текст : электронный

// Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/62063.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей) С. 270-275

2. Выполнить задание:

А) Определить ударное расстояние для молнии, если электрический заряд составляет 5 Кл, высота грозового облака 3 км.

Ударное расстояние для молнии находится в прямой зависимости силы тока (определяется по формуле (1) и высоты грозового облака.



## Практическая работа № 26

### ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.

### ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

1. Ознакомьтесь с содержанием материалов (Радоуцкий, В. Ю. Опасные природные процессы : учебное пособие / В. Ю. Радоуцкий, Ю. В. Ветрова, Д. И. Васюткина ; под редакцией В. Ю. Радоуцкий. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 198 с. – ISBN 2227-8397. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/28371.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. пользователей) С. 275-278

2. Выполнить задание:

Объединившись в группы до трёх человек подготовить стендовое сообщение на тему: «**Экстремальные температуры воздуха и их влияние на жизнедеятельность человека**»

## Практическая работа № 27

### ОПАСНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

1. Ознакомиться с содержанием материалов (Радоуцкий, В. Ю. Опасные природные процессы: учебное пособие / В. Ю. Радоуцкий, Ю. В. Ветрова, Д. И. Васюткина ; под редакцией В. Ю. Радоуцкий. Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 198 с. – ISBN 2227-8397. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/28371.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. пользователей) С. 115-140

Ознакомиться с содержанием материалов (Баринов, А. В. Опасные природные процессы : учебное пособие / А. В. Баринов, В. А. Седнев, Т. В. Рябикина. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 324 с. – ISBN 978-5-906172-18-1. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/62063.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей) С. 280-303

#### 2 Выполнить задания:

А) Ознакомиться с содержанием ГОСТ 22.0.03-97 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения» и ГОСТ Р 22.1.08-99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных гидрологических явлений и процессов. Общие требования

Б) Составить классификационную схему опасных гидрологических явлений и процессов на основании ГОСТ 22.0.03-97 и ГОСТ Р 22.1.08-99 (обязательно необходимо указать поражающие факторы)



В) Используя термины ГОСТ 22.0.03-97 составьте кроссворд по опасным гидрологическим явлениям и процессам (минимум 5 слов по горизонтали и 5 слов по вертикали)

### Практическая работа № 28

#### ОПАСНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. РАСЧЕТ СЕЛИ ОТ ДОЖДЕВОГО ПАВОДКА

1. Ознакомиться с содержанием материалов (Радоуцкий, В. Ю. Опасные природные процессы: учебное пособие / В. Ю. Радоуцкий, Ю. В. Ветрова, Д. И. Васюткина ; под редакцией В. Ю. Радоуцкий. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 198 с. – ISBN 2227-8397. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/28371.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. пользователей) С. 139-140

Ознакомиться с содержанием материалов (Баринов, А. В. Опасные природные процессы : учебное пособие / А. В. Баринов, В. А. Седнев, Т. В. Рябикина. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 324 с. – ISBN 978-5-906172-18-1. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/62063.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей) С. 103-145

2 Выполнить задания:

А) Рассчитать движение и трансформацию селевого потока от дождевого паводка.

К основным характеристикам процесса движения и трансформации селевого потока от дождевого паводка относят: максимальный расход дождевого паводка ( $Q_d$ ); максимальный расход селевого потока ( $Q_c$ ); объём водного

паводка, вытекающего выпадении осадков ( $W_d$ ); объем селевого потока ( $W_c$ ); скорость продвижения селевого потока ( $V_c$ ).

Максимальный расход дождевого паводка определяется по формуле (1)

$$Q_d = k_c * H_1 * \mu * F, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1)$$

где,  $k_c$  – коэффициент дождевого стока (таб. величина);  $\mu$  – переходный коэффициент (таб. величина)  $H_1$  – максимальный суточный слой осадков, мм;  $F$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>

Максимальный расход селевого потока от дождевого паводка определяется по формуле (2)

$$Q_c = (1 + 0.1 * l * \sin^2 \beta) * Q_d, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2)$$

где,  $l$  – длина селевого очага, м;  $\beta$  – уклон селевого очага

Объем водного паводка, вытекающего при выпадении осадков, слоем заданной обеспеченности, определяется по формуле (3)

$$W_d = 9,5 * 10^2 * H_1 * \mu * F, \text{ м}^3 \quad (3)$$

Объем селевого потока рассчитывается по формуле (4)

$$W_c = (1 + 0.12 * l * \sin^2 \beta) * W_d, \text{ м}^3 \quad (5)$$

где,  $l$  – длина селевого очага, м;  $\beta$  – уклон селевого очага

Скорость продвижения селевого потока можно определить по формуле (5)

$$V_c = 11,4 * \sqrt{h} * \sqrt[3]{u_0 * \sin \beta}, \text{ м/с} \quad (5)$$

где,  $u_0$  – относительная гидравлическая крупность вовлекаемых в поток каменных материалов (для оперативных расчетов принимается равным 0,85);  $h$  – средняя глубина потока, зависящая от типа селевого потока: 1,5 м для маломощного потока; 3 м для среднемощного; 4 м для мощного потока.  $\beta$  – средний уклон наклона селевого русла.

### Исходные данные для определения основных характеристик процесса движения и трансформации селевого потока от дождевого паводка

коэффициент дождевого стока	4,2*10 <sup>-3</sup>
переходный коэффициент	0,6
максимальный суточный слой осадков	140
площадь водосбора	5
длина селевого очага	17
уклон селевого очага	12°

уклон наклона селевого русла	10°
------------------------------	-----

*Результаты расчетов*

Q <sub>d</sub>	
Q <sub>c</sub>	
W <sub>d</sub>	
W <sub>c</sub>	
V <sub>c</sub>	

**Практическая работа № 29**

**ОПАСНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.  
ПАРАМЕТРЫ ЛАВИНЫ**

1. Ознакомиться с содержанием материалов (Радоуцкий, В. Ю. Опасные природные процессы : учебное пособие / В. Ю. Радоуцкий, Ю. В. Ветрова, Д. И. Васюткина ; под редакцией В. Ю. Радоуцкий. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 198 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/28371.html> (дата обращения: 20.03.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей) С. 101-104

Ознакомиться с содержанием материалов (Баринов, А. В. Опасные природные процессы : учебное пособие / А. В. Баринов, В. А. Седнев, Т. В. Рябикина. — Саратов : Вузовское образование, 2017. — 324 с. — ISBN 978-5-906172-18-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/62063.html> (дата обращения: 20.03.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей) С. 165-201

2 Выполнить задания:

- А) Построить продольный профиль лавинного русла
- Б) Указать на профиле точку предела распространения лавины
- В) Определить скорость лавины в точках: 1) конец первого участка; 2) конец четверного участка; 3) конец пятого участка

Г) Определить силу удара лавины в конце четвертого участка, если на её пути окажется неподвижное жесткое препятствие.

Д) Определить высоту фронта лавины

Исходные данные для выполнения задания

Средняя крутизна склона  $40^\circ$ ; площадь снегосбора бассейна 2 га; угол  $\mu = 30^\circ$ ; точка отрыва лавины 1400 м. Плотность снега ( $\rho$ ) = 400 кг/м<sup>3</sup>

Номер участка	1	2	3	4	5
Угол наклона	20	10	35	15	0
Протяженность участка, м	1000	100	250	500	750

Из точки отрыва под углом  $\mu$  к горизонту проводится прямая до пересечения с профилем пути лавины. Найденная точка пересечения наклонной прямой с профилем пути переносится на карту как предел распространения лавины. Для определения скорости лавины в заданной точке ее пути на профиле восстанавливается вертикальный отрезок от поверхности пути до пересечения с наклонной прямой, измеряется длина этого отрезка, в соответствии с масштабом построения определяется его длина ( $h_c$ , м). Скорость лавины ( $V$ ) определяется по формуле (1). Сила удара лавины в конце, если на её пути окажется неподвижное жесткое препятствие определяется по формуле (2). Высота фронта лавины определяется по формуле (3)

$$V = \sqrt{2 * g * h_c}, \text{ м/с} \quad (1)$$

$$P = \rho * V^2, \text{ Па} \quad (2)$$

$$H = \frac{V^2}{2 * g * \cos \beta}, \text{ м} \quad (3)$$

*Результаты расчетов*

V	
P	
H	

⋮

## Практическая работа № 30

### ОПАСНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. ЦУНАМИ

1. Ознакомиться с содержанием материалов (Радоуцкий, В. Ю. Опасные природные процессы: учебное пособие / В. Ю. Радоуцкий, Ю. В. Ветрова, Д. И. Васюткина ; под редакцией В. Ю. Радоуцкий. Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 198 с. – ISBN 2227-8397. Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/28371.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. пользователей) С. 135-138

Ознакомиться с содержанием материалов (Баринов, А. В. Опасные природные процессы : учебное пособие / А. В. Баринов, В. А. Седнев, Т. В. Рябикина. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 324 с. – ISBN 978-5-906172-18-1. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/62063.html> (дата обращения: 20.03.2020). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей) С. 300-303

2 Выполнить задания:

- А) Определить скорость распространение волн цунами
- Б) Определить время распространения волн цунами от эпицентра до берега
- В) Определить интенсивность гидравлического воздействия при распространении волн цунами на берегу
- Г) Оценить степень разрушения береговых строений от давления гидропотока

Скорость распространения волн цунами можно определить по формуле (1)

$$C = \sqrt{2 * g * H}, \text{ м/с} \quad (1)$$

где,  $g$  – ускорение силы тяжести;  $H$  – глубина океана

Время распространения волн цунами от эпицентра до берега можно определить по формуле (2)

$$t = \frac{L}{C}, \text{ с} \quad (2)$$

где,  $L$  – расстояние от эпицентра возникновения цунами до берега, м

Интенсивность воздействия на сооружения можно оценить давлением гидравлического потока, для определения которого, необходимо рассчитать ряд вспомогательных величин.

Глубина гидротока у уреза воды ( $h_{ур}$ ), определяемая по формуле (3)

$$h_{ур} = 1,5 * h_0, \text{ м} \quad (3)$$

где,  $h_0$  – высота главной волны цунами

Скорость распространения потока у уреза воды можно определить по формуле (4)

$$U_{ур} = 3 * \sqrt{h_{ур}}, \text{ м/с} \quad (4)$$

Коэффициент шероховатости определяется по формуле (5)

$$n = \frac{h_{ур}^{0.7} * j^{0.5}}{U_{ур}}, \quad (5)$$

где  $j$  – уклон берега

Дальность распространения воды по берегу определяется по формуле (6)

$$S_k = \frac{h_{ур}^{*(1-n)-0.5}}{j^{*(1-n)}}, \text{ м} \quad (6)$$

Высота волны на различных расстояниях от берега, определяется по формуле (7)

$$h = (h_{ур} - j * S) * (1 - n), \text{ м} \quad (7)$$

где,  $S$  – расстояние от берега, м

Скорость распространения гидравлического потока при известной высоте волны, определяется по формуле (8)

$$U = U_{ур} * \left(\frac{h}{h_{ур}}\right)^{0.7}, \text{ м/с} \quad (8)$$

Давление гидравлического потока определяется по формуле (9)

$$P = \frac{q * (g * h + 1.4 * U^2)}{2}, \text{ Па} \quad (9)$$

где,  $q$  – плотность воды = 1000 кг/м<sup>3</sup>;  $g$  – ускорение свободного падения

### Исходные данные для выполнения расчетов

Глубина океана, м	11000
Расстояние от эпицентра возникновения цунами до берега, м	500000
Высота главной волны, м	17
Уклон берега	1
Для определения высоты волны на расстоянии: S, м	10000

### Зависимость степени разрушения береговых строений от давления гидротока

Давление потока, кПа	Степень разрушения
До 5	Повреждения
5-10	Слабые
10-20	Средние
20-30	Сильные
30-40	Полные







Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

**Кафедра геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях**

## **Пожарно-спасательная техника и оборудование**

Методические рекомендации по практической работе

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.02.04

«Пожарная безопасность»

Екатеринбург 2018

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время пожарная техника включает первичные средства тушения, пожарные машины, стационарные установки пожаротушения и средства пожарной связи. Она создавалась и совершенствовалась на основе технического прогресса. Ее развитие осуществлялось на протяжении столетий и прошло большой путь от простого снаряжения до мощных средств тушения пожаров. По мере развития техники создавались новые огнетушащие вещества, средства доставки личного состава и огнетушащих веществ на пожар. Все это сложное техническое оборудование требует квалифицированной эксплуатации, обслуживания и ремонта. По этому изучение практических навыков эксплуатации и обслуживания современной пожарной техники является чрезвычайно важным аспектом в процессе подготовки специалистов пожарной охраны.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

### **Слесарная обработка металлов и механизированное оборудование применяемой в машиностроении при ремонте пожарной техники**

Цель работы: ознакомление с основными приемами ручной обработки металлов резанием, рубкой, опиливанием, правкой, сверлением, зенкерованием; ознакомление с основными видами разъемных и неразъемных соединений; организацией рабочего места.

#### **Организация рабочего места**

Металлическое изделие любой сложности можно изготовить ручным способом или, как принято называть, методом слесарной обработки. Однако, подобный метод изготовления обладает малой производительностью и высокой стоимостью изделия.

В наиболее массовом, развитом производстве, где изделия выпускаются в больших количествах и, в основном, налажен автоматический поточный процесс механической обработки деталей, рабочий-слесарь выполняет работы по наладке и ремонту промышленного оборудования. Он может заниматься сборкой готовых деталей в изделие и проводить их испытание. Во вспомогательных цехах этого производства слесари занимаются изготовлением (ремонтом) измерительного инструмента, ремонтом оборудования и т.д. Более значительная доля слесарных работ имеет место на предприятиях серийного типа производства, где изделия изготавливаются периодически повторяющимися партиями (сериями).

На предприятиях или в мастерских, выпускающих разные изделия в небольших количествах, т.е. на предприятиях единичного типа производства, слесарь является одной из

центральных фигур основного состава рабочих. Здесь слесарь выполняет разнообразные слесарные работы различной сложности и точности. Он изготавливает инструмент и приспособления, отдельные детали от начала до конца. Он подгоняет детали друг к другу и собирает их в готовое изделие.

Слесарная обработка металлов включает в себя различные виды слесарных работ: разметку, рубку, правку и гибку, разрезание, опилование, зенкерование и развертывание, шабрение, притирку и доводку, клепку, пайку и т.д. Все указанные виды работ выполняются ручным способом. На отдельных работах возможно применение механизированного инструмента и металлорежущих станков, облегчающих труд рабочего-слесаря.

Слесарные работы выполняются разнообразным рабочим инструментом (режущим, ударным, разметочным, измерительным) на определенном рабочем месте. На рабочем месте устанавливается верстак со слесарными тисками и другим оборудованием, используемым при слесарных работах.

Верстаки могут быть одноместные (на одного рабочего) и многоместные. Многоместный верстак представляет собой массивный стол с ящиками для инструмента; на его поверхности устанавливаются тиски по числу рабочих мест. Во время работы на верстаке располагают необходимые рабочие инструменты, разметочную плиту и др. Двухсторонние верстаки оборудуют проволочными ограждениями для предохранения противоположно работающего рабочего от слетающей стружки при рубке металла. Для работы в вечернее время рабочее место должно иметь индивидуальное электрическое освещение.

Обычно на верстаках устанавливают параллельные слесарные тиски (поворотные и неповоротные). В таких тисках подвижная губка при перемещении остается параллельной губке, отчего тиски и получили название параллельных.

Поворотные параллельные слесарные тиски состоят из основания 1, которое с помощью болтов крепится к верстаку. На основании закреплен корпус 9 неподвижной губки 7. В прямоугольном вырезе внутри неподвижной губки располагается гайка, через которую проходит зажимной винт 3. Одновременно

через прямоугольный вырез проходит призматический выступ 8 подвижной губки 5. Винт 3 в подвижной губке закреплен стопорной планкой 4. При вращении зажимного винта рукояткой 2 он будет ввинчиваться в гайку или вывинчиваться из неё и тем самым перемещать подвижную губку относительно неподвижной. При сближении губки зажимают обрабатываемую деталь.

Корпус тисков изготавливают из чугуна. Для увеличения срока службы к рабочим частям подвижной и неподвижной губок крепят стальные планки 6. Планки закалены и с одной стороны имеют перекрестную насечку, что обеспечивает надежность крепления заготовки. Доворот тисков относительно вертикальной оси производят вручную, при отжатой рукоятке (гайке) 10.

Другой тип параллельных тисков - неповоротные. У таких тисков корпус неподвижной губки жестко крепят к основанию без возможности поворота вокруг вертикальной оси.

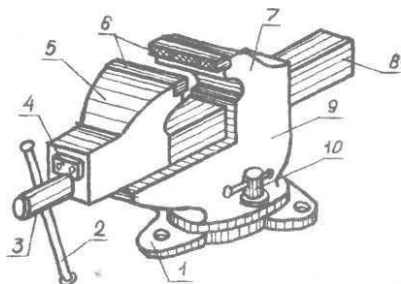


Рис.1. Поворотные параллельные тиски.

Рабочее место слесаря должно быть правильно организовано; это является одним из условий высокой производительности труда. Хорошая организация рабочего места и труда рабочего сводится к следующим основным правилам:

1. Высота верстака и тисков должна соответствовать росту рабочего. Нормальным считается такое положение рабочего, при котором ему во время работы не приходится сгибаться или вытягиваться. При нормальном положении локоть согнутой и

прижатой к груди правой руки должен находиться на уровне губок тисков, а выпрямленные пальцы этой руки должны касаться подбородка. Для регулирования положения рабочего по высоте можно использовать деревянные решетки, которые устанавливаются под ноги рабочего.

2. Рабочее место должно быть хорошо освещено дневным или электрическим светом. Во время работы свет не должен падать в глаза работающего.

3. На рабочем месте рекомендуется располагать инструменты, необходимые только для данной работы.

4. Инструменты, которыми рабочий пользуется часто, размещаются ближе к нему, а редко - дальше от него. Инструмент, который держится правой рукой, располагается справа от тисков, а левой - слева от тисков. Инструменты укладываются раздельно друг от друга.

5 Чертежи и технологическая (операционная) карта во время работы должны находиться перед глазами рабочего на стене или быть укрепленными на специальной подставке.

6. Рабочее место должно находиться в чистоте. После окончания работы необходимо: очистить от стружки и вытереть насухо ветошью все рабочие инструменты и приспособления, убрать металлическую стружку и обрезки металла с верстака, сблизить губки тисков, убрать подножный щиток.

### **Техника безопасности при выполнении слесарных работ**

При выполнении слесарных работ с целью предохранения себя и окружающих от ранения требуется соблюдать следующие правила техники безопасности:

1. Перед началом работы необходимо тщательно проверить исправность инструмента.

2. Для ограждения верстака и рабочего места слесаря необходимо применять стальные сетки.

3. Отрезаемые части металла должны направляться в сторону, свободную от людей.

4. Деталь должна быть надежно закреплена в тисках.
5. Во избежание порезов рук следует своевременно удалять с верстака стружку, куски металла. Удаление стружки следует производить щеткой, крючком, но ни в коем случае не мягкой ветошью.
6. Рабочее место слесаря должно быть достаточно освещено.
7. Соблюдать особую осторожность при сверлении отверстий электрическими и пневматическими дрелями; своевременно отводить сверло от металла, если чувствуется заедание инструмента.
8. Продувание инструментов струей воздуха для удаления с них пыли и стружки следует проводить осторожно, направляя струю воздуха в пол.
9. Не пользоваться при работе случайными подставками, а также неисправными приспособлениями.
10. Во избежание самовозгорания промасленных тряпок и ветоши необходимо убирать их в специальные металлические ящики.
11. При выполнении работ необходимо быть внимательным, не отвлекаться и не отвлекать других.
12. Боёк слесарного молотка должен иметь ровную, слегка выпуклую поверхность; он должен быть надежно насажен на ручку и закреплён стальными клиньями.
13. Все инструменты, имеющие заострённые концы для рукояток (напильники, ножовки, шаберы и др.), должны быть снабжены деревянными ручками, соответствующими размерам инструмента, с кольцами, предохраняющими их от раскалывания.
14. Рубящие инструменты не должны иметь косых и сбитых затылков, трещин и заусенцев; их боковые грани не должны иметь острых рёбер.
15. При заточке инструмента необходимо проследить, чтобы подручник заточного станка был правильно установлен, т.е. зазор между краем подручника и рабочей поверхностью круга был

меньше половины толщины затачиваемого изделия и не более 3-х мм.

### Основные мерительные инструменты

**Штангенциркуль ШЦ-1** служит для определения размеров деталей при черновой и получистовой обработке.

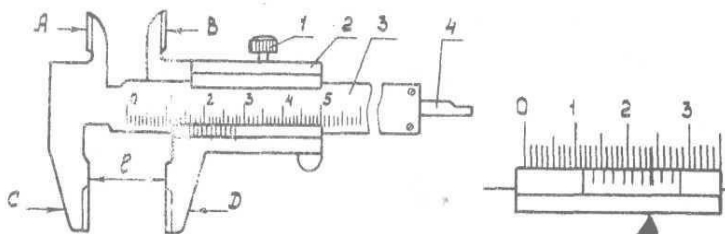


Рис.2. Штангенциркуль ШЦ-1.

Штангенциркуль ШЦ-1 состоит из; зажимного винта - 1; рамки - 2; штанги – 3, глубиномера - 4;

Губки «С» и «D» предназначены для измерения наружных, а губки «А» и «В» - внутренних поверхностей. Глубиномер 4 предназначен для измерения уступов и углублений. Этим инструментом можно определить размер с погрешностью до 0,1 мм.

Отсчет размера по штангенциркулю производят следующим образом. Вначале определяют, против какого деления основной шкалы (на штанге 3), слева, располагается нулевой штрих шкалы нониуса, нанесенной на рамку 4. - это будет целое число миллиметров. Затем замечают, какое деление нониуса совпадает с одним из делений основной шкалы. Количество делений нониуса до совпадающего умножают на 0,1 и подученные таким образом десятые дола миллиметра прибавляют к целому числу миллиметров.

Для фиксирования положения губок после измерения служит винт 1.



Для более точных измерений используется штангенциркуль ШЦ-2. На штанге 7 через 1 мм нанесены деления. С левой стороны штанги расположены губки I и II. По штанге может передвигаться рамка 3 с губками 2 и 10, на которой находится вспомогательная шкала - нониус 4. Нониус даёт возможность производить отсчёт размерив с погрешностью до 0,05 мм.

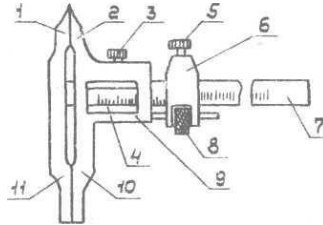


Рис.3. Штангенциркуль ШЦ-2.

При установке штангенциркуля ШЦ-2 на заданный размер стопорные винты 3 и 5 должны быть ослаблены. Перемещающую рамку 9 ж вместе с ней движок 6, штангенциркуль устанавливает по возможности точно на заданный размер, после чего движок закрепляют винтом 3. Вращая гайку 3 (которая вместе с движком 6 и винтом 3 образует микрометрическое устройство), рамку и нониус перемещают в том или другом направлении, добиваясь точного совпадения соответствующего деления нониуса с делением штанги. После совмещения заворачивают стопорный винт 3 рамки 9. При измерении отверстий и внутренних размеров губками 10 и II к величине, отчитанной по штангенциркулю, надо прибавить 10 мм, учитывающих толщину тупых губок. Острые губки I и 2 могут служить также и для разметки.

**Микрометр** используется для измерений наружных размеров гладких деталей с точностью до 0,01 мм.

Работа микрометра основана на использовании принципа винтовой пары ("винт - гайка"). Основной несущей деталью микрометра является скоба 1, с одной стороны которой имеется

неподвижная измерительная пятка 2, а с другой подвижный винт (или шпindel) 3. При вращении барабана 4 вращается и винт 3. При измерении микрометром деталь помещают между измерительными поверхностями "А" и "Б" и, вращая трещотку 5, обеспечивающую одинаковую силу зажима обрабатываемой детали, прижимают деталь винтом к пятке миллиметровые деления. После того, как трещотка начинает провёртываться, издавая треск, закрепляют стопор микрометра 6 и отсчитывают показания. Для отсчета показаний по наружной поверхности стебля 7 проведена продольная линия, ниже которой нанесены миллиметровые деления, а выше - полумиллиметровое деления. На конической части барабана нанесена шкала (нониус) с 50 делениями; цена каждого деления - 0,01 мм. Так, например, если при измерении изделия изпод поверхности "В" барабана 4 открылось 30 делений шкалы на стебле 7 и с продольной чертой стебля совпало 15-е деление на конусе барабана, то измеренный размер равен 30,15 (если не открылось полумиллиметровое деление выше продольной линии б) или 30,65 (если открылось полумиллиметровое деление выше продольной линии, в).

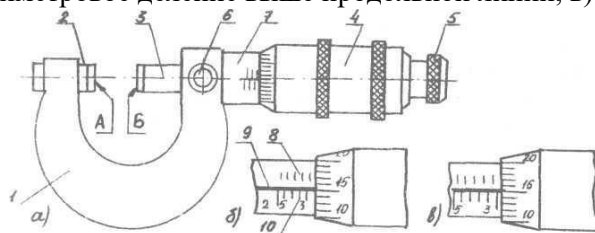


Рис.4. Микрометр.

Основными частями микрометра являются:

1 - скоба; 2 - неподвижная пятка; 3 - подвижный винт (шпindel); 4 - барабан; 5 - трещотка; 6 - стопор; 7 - стебель.

Величина перемещения подвижного микрометрического винта (шпинделя) обычно не превышает 25 мм, что объясняется трудностью изготовления винтов большей длины с необходимой точностью. Микрометры выпускаются с пределами измерения

0...25 мм, 25...50 мм, 50...75 мм и до 275...300 мм (через 25 мм) и др.

### **Инструменты для рубки**

Зубило - режущий инструмент, изготовленный из инструментальной стали в виде стержня призматического или овального сечения. С одной стороны зубила располагается режущая часть, грани которой заточены под углом заострения  $\beta$ . Угол заострения изменяется в зависимости от обрабатываемого материала. Для рубки чугуна и бронзы зубило затачивается под углом  $\beta = 70^\circ$ , а для стали  $\beta = 60^\circ$ . С противоположной стороны зубило имеет ударную часть (головку) в виде усеченного конуса с закруглением на конце. При такой форме ударной части удар молотком будет всегда приходиться в центре закругленного конца. Режущая и ударная части зубила на длине 20 мм закаливаются. Заточка зубила по режущим граням производится на точиле; величина угла заострения проверяется по шаблону или угломером.

Крейцмейсель - своеобразное узкое зубило с небольшой (2...15 мм) длиной режущей кромки. Крейцмейсель служит для прорубания прямоугольных канавок, пазов, а также выполняет роль зубила в труднодоступных местах. Длина режущей кромки крейцмейселя несколько больше толщины следующей за ней рабочей части. Это предохраняет крейцмейсель от заклинивания при прорубании глубоких канавок.

Молоток при рубке может применяться с круглым и квадратным бойком. Молотки с круглым бойком обеспечивают большую силу и точность удара, чем молотки с квадратным бойком. Масса молотка при рубке выбирается исходя из длины режущей кромки. На один миллиметр режущей кромки зубила должно приходиться 40 г массы молотка, а для крейцмейселя 80 г. Средняя масса применяемых при рубке молотков - 600 г.

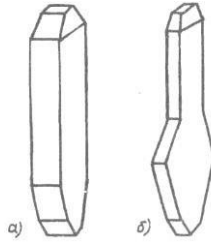


Рис.5. Инструмент для рубки: а) зубило, б) крейцмейсель.

### Приемы рубки металла

Рубку металла выполняют в тисках, на плите или наковальне. Громоздкие детали обрабатываются в месте их нахождения.

**Рубка в тисках.** В тисках производят рубку заготовок небольших размеров из листового и полосового металла. Во время работы рабочий должен стоять в пол-оборота к тискам, выставив левую ногу вперед, а правую отодвинув слегка назад. Ступни ног располагают примерно под углом 40...45 градусов относительно друг друга.

Заготовки укрепляют в тисках таким образом, чтобы разметочная риска совпала с поверхностью планок губок тисков. При рубке зубило удерживают в левой руке, а молоток - в правой. Зубило охватывают пальцами левой руки за среднюю его часть на расстоянии 20...25 мм от головки и устанавливают относительно обрабатываемой поверхности под углом 30...35 градусов в вертикальной плоскости и 45 градусов в горизонтальной плоскости.

Соприкосновение зубила с обрабатываемым металлом должно осуществляться серединой режущей кромки; нерабочие участки режущей кромки зубила при этом должны двигаться по поверхности стальных планок губок тисков.

В зависимости от величины срезаемой стружки сила удара молотком должна быть разной. При снятии малых слоев металла, когда требуется небольшая сила удара, применяется "кистевой"

удар, т.е. в работе участвует только кисть руки. "Локтевой" удар, осуществляемый движением руки в предплечье, как более сильный, используется при снятии стружек средней величины. Самым сильным считается "плечевой" удар, в котором участвует кисть руки вместе с предплечьем и плечом.

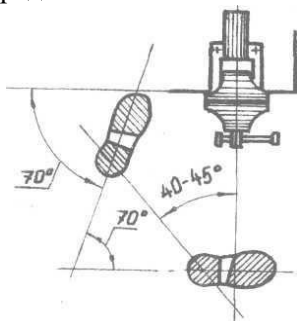


Рис.6. Положение тела при рубке в тисках.

Во время рубки необходимо смотреть на режущую часть зубила и разметочную риску на заготовке, а не на головку зубила. Это дает возможность контролировать положение инструмента во время рубки и следить за величиной снимаемого слоя металла. Удары должны наноситься равномерно

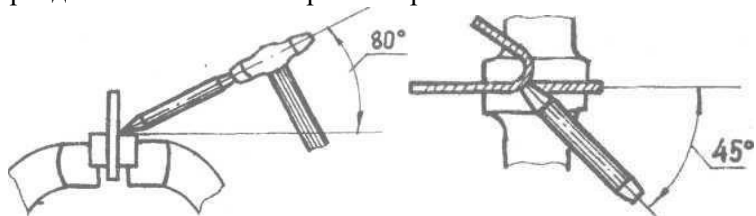


Рис.7. Положение заготовки, молотка и зубила при рубке в тисках.

Широкие поверхности рубят в два приема. Сначала на поверхности на расстоянии 3/4 длины лезвия зубила крестмейселем прорубают прямые канавки, а затем оставшиеся выступы срубает зубилом.

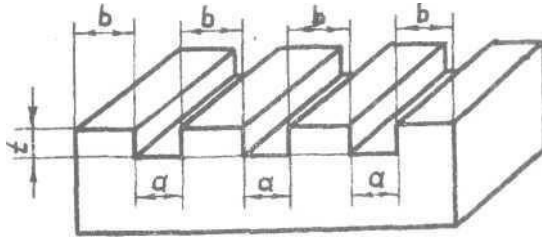


Рис.16. Пример прорубания канавок на плите крейсмеселем.

**Рубка на плите.** Разрубание и вырубание заготовок на плите, наковальне или рельсе производят в тех случаях, когда листовой, полосовой или прутковый металл зажать и обработать в тисках не представляется возможным. Перед началом рубки на заготовки предварительно накладывают разметочные риски, определяющие место разделения металла на части. Заготовка укладывается на плиту. Зубило устанавливается вертикально с небольшим наклоном в сторону, противоположную движению. Нанося легкие удары молотком по зубилу, его осторожно перемещают по разметочной линии. Таким приемом заготовка надрубается. Затем зубило устанавливают строго в вертикальное положение и более сильными ударами, перемещаясь по надрубленной канавке, производят разрубание заготовки. Заготовка обычно разрубается не до конца; далее она надламывается путем перегибания вручную или в тисках молотком.

При разрубании круглых заготовок (из пруткового материала) их надрубают кругом по разметочной риске, а затем обламывают.

Для вырубания заготовки из листового материала сначала размечается контур детали. Лист укладывается на плиту, после чего производится вырубание заготовки по контуру на расстоянии 1...2 мм от разметочной линии. При этом контур надрубается легкими ударами молотка, а затем сильными ударами по зубилу заготовка вырубается в несколько проходов. Перед последним проходом лист переворачивают и выполняют окончательную вырубку.

## Разрезание металлов

**Разрезание** - это операция деления металла или заготовки на части с помощью ножовочного полотна, ножниц и другого режущего инструмента. Разрезание металла отличается от рубки тем, что при этой операции ударные усилия заменяются нажимными. Разрезание может выполняться машинным или ручным способом. Разрезание машинным способом производится на механических ножовках ножовочными полотнами, дисковыми пилами, на гильотинных ножницах и др. При ручном разрезании применяются ручные ножовки, рычажные и ручные ножницы, острогубцы и др.

**Разрезание ножовкой.** Ручная ножовка состоит из станка 1 и ножовочного полотна 2. Станок ножовки может быть раздвижным и цельным. Раздвижной станок более универсален; он дает возможность устанавливать в него полотна различной длины. Ножовочное полотно может резать только в одном направлении и его устанавливают в станке так, чтобы режущие зубцы были направлены в сторону от ручки.

Для уменьшения трения ножовочного полотна о стенки разрезаемого металла зубья разводят в разные стороны. В зависимости от величины шага  $S$  разводку зубьев делают по-разному. Зубья с большим шагом отгибают по одному попеременно вправо и влево; зубья со средним шагом отгибают по одному вправо и влево, а третий не отгибают. Зубья с малым шагом отгибают по два-три влево и два-три вправо; при этом образуется волнистая линия, или так называемая гофрированная разводка. Ножовочные полотна с гофрированной разводкой менее производительны и быстрее изнашиваются. Величина развода на сторону не должна превышать толщину полотна на  $0,2 \dots 0,5$  мм.

Полотна со средним шагом применяются для обработки твердых материалов (сталь, чугун), с крупным шагом - для мягких материалов. Для разрезания заготовок малого сечения применяются полотна с мелким шагом. Длина ножовочных полотен - 250, 300, 350 мм.

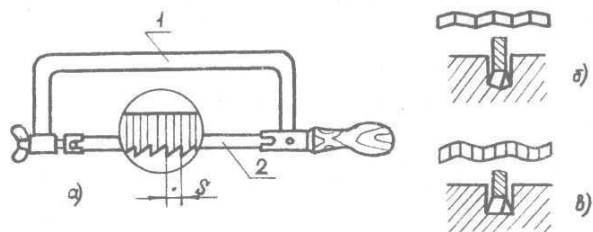


Рис.7. Ножовочный станок и виды разводки зубьев ножовочного полотна.

Во время работы ножовку удерживают правой рукой, а левой рукой поддерживают противоположный конец станка. Ножовку при разрезании перемещают в горизонтальном положении с нажимом вперёд и без нажима назад. Нажим производят двумя руками, при этом приблизительно  $2/3$  усилия нажима должно приходиться на левую руку. Чем тверже материал, тем нажим должен быть больше. Работать ножовкой необходимо плавно, без рывков. Величина размаха должна быть не менее  $2/3$  общей длины полотна. Средний темп работы – 40...50 двойных, движений в минуту. Перед работой необходимо осмотреть ножовочное полотно, проверить его установку относительно направления зубцов, а также степень натяжения полотна. Если хотя бы один из зубцов полотна сломан, его следует удалить на шлифовальном круге. Также необходимо сточить или обнизить по высоте 2-3 зуба, следующих за сломанным.

В начале разрезания необходимо обеспечить ножовке нужное направление. Для этого большой палец левой руки прикладывается к заготовке возле линии разметки и, опираясь на него боковой поверхностью полотна, делается неглубокий надрез. Надрез делают короткими движениями частью полотна длиной 60...70 мм, расположенной вблизи ручки. Если это осуществить трудно, вместо надреза делается неглубокий пропил острым ребром трехгранного напильника. После того, когда надрез (пропил) сделан, работу ножовкой ведут двумя руками. Для плавного резания необходимо, чтобы в работе одновременно участвовало не менее трех зубцов полотна.



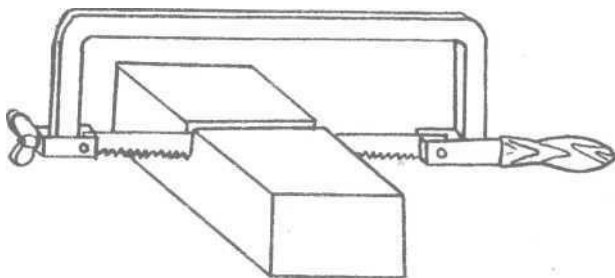


Рис.8. Положение ножовки при резании заготовки.

Это также предохраняет зубцы полотна от поломки. В конце разрезания, при последних движениях ножовки, усилие нажима и скорость движения необходимо уменьшить. Несоблюдение этого правила может привести к поломке зубцов.

Если во время работы полотно уходит от заданного направления, резание надо прекратить и начать снова с другой заготовки, не пытаясь исправить полученный перекосяк. Разрез может уходить в сторону вследствие плохого натяжения полотна, из-за одностороннего развода зубцов, а также из-за неуверенных и "нетвёрдых" движений рабочего во время работы.

В ряде случаев при разрезании длинных (высоких) заготовок не удастся довести рез до конца из-за того, что ножовочный станок упирается в их торец. Для устранения этого препятствия можно пережать заготовку и, врезавшись в неё ножовкой с другого конца, закончить работу. Более целесообразным, однако, является другой способ: производить разрезание ножовкой с полотном, повернутым на  $90^\circ$ . Таким способом можно разрезать полосы любой длины.

При разрезании тонкого листового материала заготовку рекомендуется зажимать между двумя деревянными планками и вместе с ними резать металл.

**Разрезание ножницами.** Разрезание металла ножницами отличается высокой производительностью, даёт возможность

вырезать детали любой формы без снятия стружки и получить сразу готовую деталь.

Ручные ножницы применяются для разрезания тонкого (до 0,7 мм) металла. При разрезании листового материала закладывают между разведенными лезвиями ножниц, а пальцами и ладонью правой руки нажимают на их ручки. Не следует сильно разводить лезвия, т.к. металл в этом случае будет не резаться, а выталкиваться из ножниц. При разрезании надо следить, чтобы лезвия ножниц всё время перемещались по разметочной линии на заготовке.

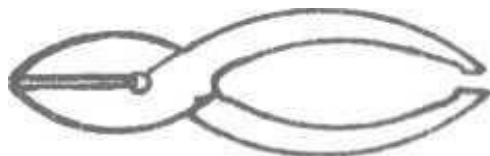


Рис.9. Ножницы по металлу (общий вид).

Ручное разрезание металла выполняется также на рычажных и других типах ножниц.

Для реза листовой стали толщиной до 6 мм применяют обычно гильотинные или эксцентриковые ножницы с механическим приводом. Трубы могут резаться так называемым рычажным труборезом.

**Разрезание обсверливанием.** Данный метод применяется в случаях, когда резание ножовкой длительно или применение её по тем или иным причинам неудобно. Особенно этот метод эффективен при разделении заготовки на части по фасковой кривой, а также при обработке заготовки по замкнутому профилю.

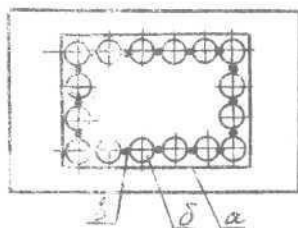


Рис.10. Пример расположения отверстий при резании обсерливанием.

Параллельно основной разметочной линии проводят линию "реза" на расстоянии немногим более половины диаметра сверла (0,2-0,3 мм от края просверленного отверстия до линии разметки), взятого для обсерливания. По линии "реза" размечают центры отверстия и накернивают их. Между отверстиями должна оставаться перемычка шириной 0,2-0,5 мм. Согласно размеченным центрам сверлится ряд отверстий. Затем на плате зубилом или просечкой, срубают перемычки между отверстиями. Полученную после этого заготовку отпиливают по основной разметочной линии. Для сокращения времени отпиливания сверло для обсерливания выбирают по возможности меньшего диаметра, т.к. оставшиеся после высверливания более мелкие перемычки. легче удалить напильником.

### Правка.

**Правка** - операция, посредством которой устраняются неровности, кривизна или другие недостатки формы заготовок. Разновидностью правки является рихтовка. Правка - это выправление металла действием давления на ту или иную его часть независимо от того, производится ли это давление прессом или ударами молотка.

Код рихтовкой понимается выправление металла растяжением, т.е. удлинением той или иной его части. Рихтовка обычно производится ударами носка молотка или специальными

рихтовальными молотками с острыми бойками. После рихтовки на заготовке остаются ясно видимые следы молотка.

Правка представляет собой, как правило, подготовительную операцию, предшествующую основным операциям обработки металлов. Правке подвергают стальные листы и листы из цветных металлов и их сплавов, полосы, прутковый материал, трубы, проволоку, а также металлические сварные конструкции. Заготовки и детали из хрупких материалов (чугун, бронза и т.п.) править нельзя. Металл подвергается правке как в холодном, так и в нагретом состояниях.

Различают два метода правки металлов: правка ручная, выполняемая с помощью молотка на стальных или чугунных правильных плитах, наковальнях и пр., и правка машинная, производимая на правильных машинах. Заготовки, имеющие обработанные поверхности, а также заготовки из тонкого листового материала правят свинцовыми, медными или деревянными молотками. Наиболее удобными для ручной правки являются стальные молотки массой 400-500 гр.

В процессе правки вручную молоток нужно держать за конец рукоятки, как и при рубке металла. Удары наносятся только выпуклой частью бойка; от ударов ребром бойка на поверхности выправленной детали остаются забоины. При правке нужно правильно выбирать места, по которым следует наносить удары. Удары должны быть точными, соразмерными с величиной кривизны; их число должно постепенно уменьшаться по мере передвижения от наибольшего изгиба к наименьшему. Правка считается законченной, когда все неровности исчезнут и заготовка окажется прямой (или примет исходную форму), что можно проверить наложением линейки (или шаблона).

**Правка полосового материала.** Простейшей является правка металла, изогнутого по плоскости. Этот вид правки встречается наиболее часто и выполняется без особых трудностей. Сложнее правка металла, изогнутого по ребру. Если в первом случае задача заключается в простом выравнивании плоскости, то

здесь приходится прибегать к деформации растяжением части металла.

Иногда в одной заготовке встречаются все указанные виды изгибов. Чтобы полностью выправить такой материал, необходимо осуществить целый комплекс приемов.

Искривленную полосу кладут на плиту изогнутой частью кверху и, придерживая ее левой рукой, правой наносят сильные удары молотком по выпуклым местам, ударяя сначала по краям выпуклости, а затем, по мере выправления полосы, приближая удары к середине выпуклости. Чем больше кривизна и толще полоса, тем сильнее должны быть удары и, наоборот, по мере выпрямления полосы удары ослабевают; заканчивается правка легкими ударами. В процессе правки полосу по мере необходимости необходимо периодически переворачивать с одной стороны на другую. Выправив широкую сторону, приступают к правке ребер, повернув заготовку на ребро. После одного-двух ударов полоса переворачивается с одного ребра на другое. С уменьшением изогнутости сила ударов уменьшается.

Правка полос, изогнутых по ребру, выполняется носком молотка с целью растяжки (удлинения) мест изгиба.

Правку скрученных полос рекомендуется производить методом раскручивания. Заготовка при этом зажимается в тиски и раскручивается с помощью рычага или ручных тисков. Заканчивается правка на плите или наковальне легкими ударами молотка. Проварку ровности полосы производят на глаз по линейке или на плотность прилегания к плите. В последнем случае при нажатии пальцем в различных точках заготовки полоса не должна иметь

"качки" на плите.

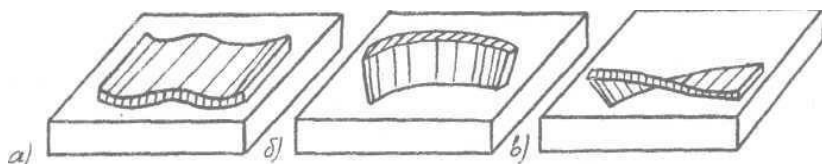


Рис.11. Примеры изгибов полосового материала:

а) искривленный, б) изогнутый по ребру, в) скрученный.

Совершенно иные приемы работ применяются при правке тонкого полосового материала. Удары молотком здесь должны быть значительно слабее; для устранения возможности возникновения вмятин вместо стальных лучше использовать деревянные молотки. Наносить удары по выпуклому ребру нельзя, от этого полоса будет еще больше изгибаться. Такую полосу надо уложить широкой стороной на плиту и наносить последовательные удары молотком в направлениях, указанных стрелками на рисунке.

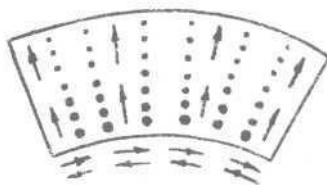


Рис.12. Правка тонкого металла растяжкой.

Здесь используется метод "растяжки" короткого ребра полосы. Удары наносятся вдоль вогнутого ребра, а также по направлению от вогнутого к выпуклому ребру. По мере перехода к выпуклому ребру сила удара должна уменьшаться. Вогнутая сторона вследствие вытяжки выпрямляется, а полоса выравнивается.

### **Правка листового и пруткового материалов.**

Все деформации листового материала можно разделить на три вида. К первому виду деформации относятся выпуклости и вмятины в середине листа или заготовки. Второй вид деформации характеризуется волнистостью краев и кромок листа. К третьему виду деформации относятся одновременно и выпуклости, и

волнистость кромок листа и заготовок. Такой вид деформации называется смешанным или сложным.

Правка листа, имеющего выпуклости, производится следующим способом. Лист кладут на плиту выпуклостью вверх и обводят выпуклость мелом. Края листа при этом будут касаться плиты. Затем, поддерживая лист левой рукой, правой наносят удары молотком от краев листа по направлению к выпуклости. Под действием таких ударов ровная часть листа, прилегающая к плите, будет вытягиваться, а выпуклость - постепенно выпрямляться. Если на листе имеется несколько выпуклостей, то удары следует наносить в промежутках между выпуклостями. В результате этого лист растягивается, а все выпуклости сводятся в одну общую, которую выправляют указанным выше способом. Окончательная правка производится с обратной стороны листа легкими ударами молотка.

Правка листа, имеющего деформацию в виде волнистости по краям, но с ровной серединой: перед правкой, положив лист на плиту, на одну его волнистую кромку кладут какой-нибудь груз, в то время как другую прижимают к плите рукой. От воздействия ударов, лист, в средней части, начнет вытягиваться и волны по кромкам листа начнут исчезать. После этого лист следует перевернуть и продолжать правку таким же способом до получения требуемой прямолинейности.

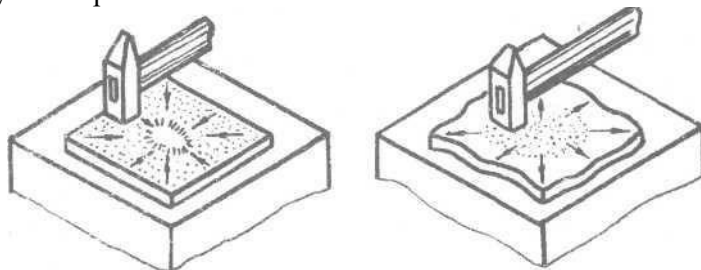


Рис.13. Правка листового металла растяжкой.

Правка тонких листов производится деревянными молотками-киянками; очень тонкие листы кладут на правильную плиту и выглаживают гладилками.

Прутковый материал небольшого сечения правят на плите с поворотом вокруг оси и располагая удары на выпуклостях. Во избежание вмятин удары должны быть частыми и несильными. Контроль правки можно вести "на просвет", укладывая заготовку на плиту. Прутковый материал большого сечения легко поддается правке в нагретом состоянии.

### Гибка.

Гибке в холодном состоянии могут подвергаться заготовки из полосового, листового и пруткового материалов. В результате гибки прямая заготовка приобретает изогнутую форму заданного профиля.

Гибку небольших заготовок производят в тисках с накладными губками при помощи молотка, различного типа гибочных оправок и шаблонов. Примером наиболее характерных работ может служить гибка полосового и пруткового материалов под углом и по радиусу различной кривизны.

При гибке под прямым углом с радиусом заготовку укрепляют в тисках между накладными губками и гибочной оправкой с переходным радиусом. Ударами молотка по заготовке производят ее загиб так, чтобы она плотно облегла поверхность гибочной оправки. Аналогично производят двойной или тройной загиб заготовки. Перед гибкой места загибов размечают; заготовка устанавливается в тисках по разметке.

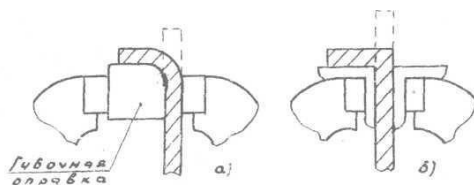


Рис.14. Приемы закрепления заготовки в тисках при гибке.

Важным моментом при гибке является предварительный расчет длины заготовки. При изгибании слой металла по выпуклой стороне заготовки растягивается, а по вогнутой - сжимается.



Поэтому, расчет, как правило, ведут по средней линии ее толщины отдельно по каждому участку профиля с их последующим суммированием.

При необходимости загнуть заготовку под прямым углом без переходного радиуса используют накладные угольники, имеющие острый прямой угол.

Изгибание полосового или пруткового материала по радиусу выполняют на цилиндрических гибочных оправках. Характерным примером работ может служить изготовление шарнирной плиты.

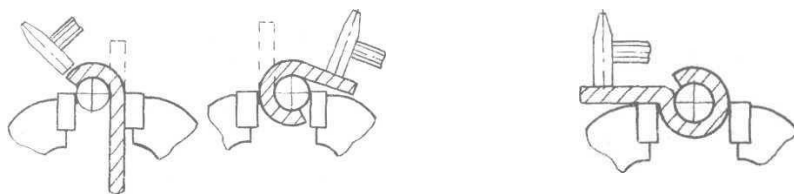


Рис.15. Изгибание полосового или пруткового материала по радиусу.

Вначале на цилиндрической оправке производят свободный загиб заготовки примерно наполовину окружности. Затем заготовка пережимается и производится загибание на полную окружность. На третьем зажиме планка изгибается по оси симметрии шарнира.

Свои особенности имеет гибка труб. Она может осуществляться с нагревом и без нагрева. Холодную гибку труб во избежание появления "гармошка" на местах сгиба рекомендуется выполнять с наполнителем. Для этого один конец трубы забивается деревянной пробкой, с другого конца труба наполняется каким-либо сыпучим материалом, например песком. Один конец трубы зажимается, а другой отгибается на заданный угол. Производительность и точность гибки труб значительно повышается при применении специальных трубогибочных станков и трубогибов.

### Опиливание

Это операция, при выполнении которой с поверхности заготовки снимается слой металла (припуск) при помощи

режущего инструмента - напильника. Цель опилования - придание деталям требуемой формы, размеров и заданной шероховатости поверхности.

В практике слесарной обработки чаще других применяются следующие основные виды опиловочных работ: опилование наружных плоских и криволинейных поверхностей; опилование наружных и внутренних углов, а также сложных или фасонных поверхностей; опилование углублений, отверстий, пазов и выступов. Опилование выполняется различными напильниками и подразделяется на предварительное (черновое) и окончательное (чистовое и отделочное).

Опилование дает возможность обработать заготовки с точностью до 0,05 мм, а в отдельных случаях даже до 0,01 мм. Припуски при опиловании обычно небольшие - до 1 мм.

### Напильники

Напильник представляет собой режущий инструмент в виде стального закаленного бруска, на поверхности которого имеется специальная насечка, образующая на нем режущие зубцы.

Напильники различают по форме сечения, размерам, видом насечки и числом насечек на один сантиметр рабочей части.

По форме сечения напильники разделяются на: плоские тупоносые (а), плоские остроносые (б), трехгранные (в), квадратные (г), полукруглые (д), круглые (е) и т.п.

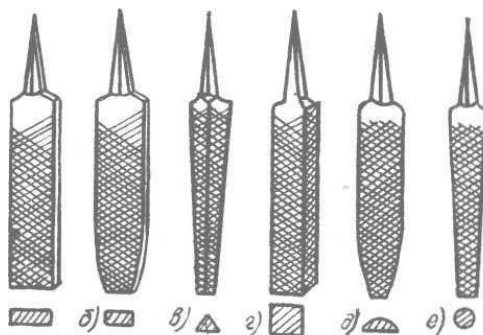


Рис.16. Виды напильников:

- а) плоские тупоносые, б) плоские остроносые, в) трехгранные, г) квадратные, д) полукруглые, е) круглые.

Форма сечения напильников по их длине, как правило, неодинакова; по направлению от середины к носку она уменьшается.

Это делает рабочие грани напильника выпуклыми. Выпуклые грани дают возможность легче устранить местные неровности обрабатываемой поверхности (например, выпуклости).

Плоские напильники используются для опилования открытых плоскостей и выпуклых поверхностей; трехгранные - для опилования внутренних углов, трехгранных отверстий, а также

плоскостей, недоступных для плоского напильника. Полукруглые напильники при использовании плоской стороны дают возможность опиливать плоскости и острые внутренние углы, а полукруглой - вогнутые поверхности. Круглые напильники необходимы для распиливания круглых и овальных отверстий, а также вогнутых поверхностей, недоступных для полукруглого напильника.

Основным размером напильника является его длина, т.е. расстояние от конца носка до его хвостовика. Длина напильников колеблется от 100 до 400мм.

Для опилования деталей в труднодоступных, местах, а также для обработки малогабаритных деталей применяются небольшие по размеру напильники, которые называются надфилями. Надфили имеют форму сечения, аналогичную напильникам, но отличаются от них размерами и формой хвостовика. Надфили изготавливаются размерами от 40 до 80 мм при общей длине от 80 до 160 мм. Хвостовик имеет круглое сечение и значительную длину; одновременно он является и рукояткой надфиля.

По виду или форме насечек напильники бывают с одинарной (однорядной), двойной(перекрестной), а также рашпильной насечками.

Напильники с одинарной насечкой срезают металл широкой стружкой, равной всей длине зуба, поэтому работа ими требует больших усилий. Такие напильники применяются для обработки цветных металлов, целлулоида, дерева и др.

Одинарная насечка наносится под углом  $25-30^\circ$  по отношению к линии, перпендикулярной к оси напильника. В напильниках с двойной насечкой сначала насекают нижнюю глубокую насечку, называемую основной, а поверх нее - верхнюю неглубокую насечку, называемую вспомогательной; она разделяет основную на большое число отдельных зубьев. Вспомогательная насечка имеет направление справа налево вверх, а основная - слева направо вверх, если смотреть на насечку напильника от хвостовика к носку. Перекрестная насечка размельчает стружку, что облегчает работу. У напильников с двойной насечкой основная насечка обычно выполняется под углом наклона  $25^\circ$ , а вспомогательная - под углом  $45^\circ$ . Шаг (расстояние между двумя соседними зубьями) основной насечки больше шага вспомогательной. В результате зубья располагаются друг за другом по прямой, составляющей угол  $5^\circ$  с осью напильника. Вследствие этого при его движении следы зубьев частично перекрывают друг друга, что ведет к уменьшению шероховатости обработанной поверхности, т.е. поверхность получается относительно чистой и гладкой.

Зубья рашпильной насечки образуются выдавливанием металла заготовки рашпиля насекательными зубилами со специальной формой заточки. Каждый зуб рашпильной насечки смещен относительно расположенного впереди зуба на половину шага. Это уменьшает глубину канавок, образующихся на поверхности опиливаемой заготовки, и облегчает процесс резания. Напильники с таким видом насечки применяются для опиливания мягких материалов (дерево, резина, каучук и др.), т.к. в этом случае снимается крупная стружка. В напильниках с обыкновенной насечкой стружка таких материалов забивает зубья, и они не могут резать.

По числу зубьев, насеченных на 10 мм длины, напильники разделяются на: 1 - драчевые, имеющие от 4-х до 12 насечек; 2 - личные, имеющие от 13 до 26 насечек; 3 - бархатные, имеющие от 40 до 63 насечек.

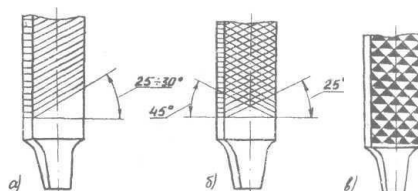


Рис.17. Виды насечек напильников: а) одинарная, б) двойная, в) рашпильная.

Драчевые напильники позволяют снимать за один ход от 0,08 до 0,15 мм обрабатываемого металла и применяются для грубого опилования, когда необходимо снять припуск до 0,5 мм.

Личные напильники используются для более чистой отделки поверхности (после предварительной обработки драчевым напильником), когда требуется снять припуск не более 0,15 мм. Личные напильники позволяют за один ход снять слой металла толщиной 0,05...0,08 мм; при этом может быть достигнута шероховатость поверхности, соответствующая 7...8 классам чистоты.

Напильники с бархатной насечкой применяются для самой точной отделки, подгонки, доводки деталей и шлифования поверхностей с точностью 0,01-0,05мм; за один ход снимается слой металла 0,01-0,03мм. Шероховатость поверхности при этом может соответствовать 8-й классам чистоты.

Плоские тупоносые напильники на рабочих гранях имеют двойную насечку; при этом на одном ребре имеются одинарные наклонные насечки, а на другом ребре насечки отсутствуют. Это делает напильник удобным для опилования прямых и тупых внутренних углов, когда необходимо, чтобы одну плоскость угла спиливали, а другую оставляли нетронутой.

## Приемы опилования

При опиловании заготовку укрепляют в тисках так, чтобы она выступала над губками тисков на 5-10 мм; при этом обрабатываемая поверхность устанавливается параллельно губкам тисков. При зажиме заготовок по обработанным поверхностям на тиски устанавливают накладные губки из меди, алюминия и др. мягких металлов, которые предохраняют поверхность от вмятин.

Положение работающего у тисков зависит от его характера работы. Наиболее удобным положением при опиловании считается такое, при котором корпус рабочего повернут относительно оси тисков под углом  $45^\circ$ , левая нога выдвинута на полшага вперед по направлению движения напильника, а угол между ступнями составляет  $60...70^\circ$ . Нельзя стоять близко у тисков, т.к. движения при этом будут очень короткими. При большом же удалении от тисков рабочему придется слишком сильно наклоняться вперед.

Напильник при опиловании удерживают правой рукой за ручку так, чтобы большой палец лежал поверх нее в направлении оси напильника, а остальные четыре пальца поддерживали ручку снизу. Конец ручки должен упираться в мякоть кисти руки у большого пальца. Левую руку накладывают ладонью на носок напильника; пальцы при этом слегка сгибаются.

Во время работы напильник перемещают по обрабатываемой поверхности с усилием только в прямом направлении (от себя). При обратном движении усилие снимается, и напильник передвигают, не отрывая от поверхности. Усилив нажима должно соизмеряться с величиной снимаемого слоя металла, размером напильника и его насечкой. При использовании крупнозубых напильников усилие нажима должно быть большим. При работе с мелкозубыми напильниками усилие нажима уменьшается.

Чем больше размер напильника, тем больше должно быть прилагаемое усилие. При чрезмерном давлении на напильник впадины между зубцами забиваются стружкой, которая спрессовывается и напильник теряет режущую способность ("засаливается"). Нажим на напильник при рабочем движении осуществляют двумя руками, но неодинаково. В начале движения наибольшее усилие осуществляет левая рука. По мере движения

напильника вперед усилие нажима левой руки уменьшается, а правой - увеличивается. В конце рабочего хода усилие правой руки должно быть наибольшим.

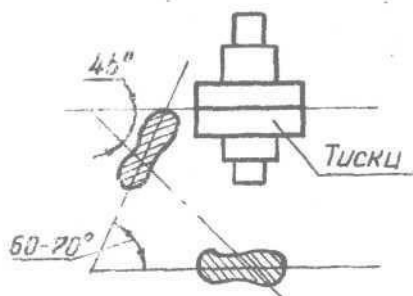


Рис.18. Положение тела при опиливании заготовки в тисках.

Такая координация движения рук и балансирование усилий дают возможность сохранять горизонтальное положение напильника во время работы, а сила в месте контакта напильника с поверхностью детали сохраняет постоянную величину. При несоблюдении этих правил неизбежны "завалы" обрабатываемой поверхности, т.е. по краям поверхность будет опилена больше, чем посередине. Темп движения рук при опиливании должен сохраняться постоянным, примерно 50-60 двойных движений в минуту.

### **Опиливание широких, плоскостей.**

Наиболее трудным при опиливании плоскостей является получение ровной поверхности, особенно при отсутствии необходимых практических навыков. Кроме общего правила балансирования усилий и координации движения рук, здесь следует соблюдать строгий контроль за процессом опиливания. Контроль плоскостности поверхности осуществляется проверочной лекальной линейкой или угольником. Проверочная линейка (или угольник) при контроле прикладывается к поверхности в разных направлениях (поперек, вдоль и по диагоналям). Если просвет между линейкой (угольником) и

проверяемой поверхностью отсутствует, то деталь опилена правильно. При неправильно опиленной поверхности просвет будет неравномерным. Там, где просвет больше, имеется впадина, а там, где его нет - выпуклость.

Контроль опиливаемой поверхности во время работы осуществляется методом "перекрестного штриха". Здесь опиливание ведут в разных направлениях. Вначале поверхность опиливают справа налево под углом  $30...40^\circ$ . Затем, не изменяя темпа работы, меняют направление опиливания справа налево. На поверхности при этом образуются следы штрихов от напильника. По образующимся перекрестным штрихам можно видеть, в каком месте напильник снимает стружку.

Если после проверки линейкой (угольником) плоскость оказалась выпуклой посередине, то при правильном опиливании перекрестные штрихи должны накладываться именно на эту часть поверхности. Если штрихи накладываются на всю поверхность, то опиливание ведется неверно.

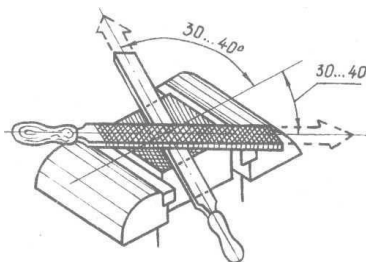


Рис.19. Опиливание плоскости заготовки в тисках.

При опиливании двух или нескольких плоскостей под прямым углом работу следует начинать с более широкой плоскости, переходя затем к узкой. Периодический контроль прямого угла выполняется угольником, для чего угольник плотно прикладывают длинной стороной к широкой плоскости, а короткую сторону осторожно подводят к смежной (опиливаемой) плоскости и проверяют на просвет. Контроль необходимо производить в нескольких местах поверхности.



Широкие плоскости деталей из листового материала опиливают на деревянном бруске, зажатом в тисках. Заготовку укрепляют на бруске планками на винтах по периметру детали так, чтобы при опиливании она не могла перемещаться по бруску. Для крепления детали могут быть также использованы тонкие гвозди без шляпок.

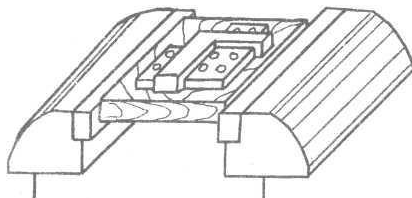


Рис.20. Опиливание плоскости заготовки на деревянном бруске.

### **Опиливание узких плоскостей**

При опиливании узких плоскостей и ребер тонкого листового материала значительные трудности представляет получение прямолинейности по ширине (толщине). Из-за недостаточной опорной поверхности для напильника весьма трудно сохранить во время работы его устойчивое горизонтальное положение, а, следовательно, избежать "завалов" поверхности. При опиливании таких плоскостей надо работать по возможности напильниками малого размера. Рекомендуется строго придерживаться этого при окончательном опиливании личными и бархатными напильниками, где необходима высокая точность обработки. Опиливание в таких случаях необходимо вести косыми штрихами со смещением напильника вдоль поверхности при каждом его рабочем движении.

При обработке нескольких заготовок из листового материала их удобно склёпывать в пакет по 3...5 штук. Опорная поверхность при этом увеличивается, а "завалы" уменьшаются.

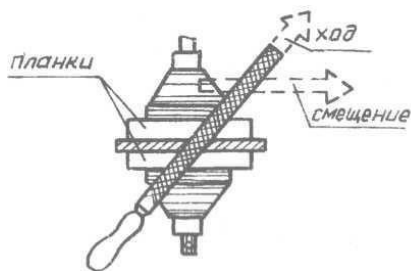


Рис.21. Опиливание узких плоскостей.

Качество опиления узких плоскостей во многом зависит от надежности зажима заготовки в тисках. Заготовки из тонкого листового материала не должны выступать из губок тисков более чем на 5 мм. Свисание заготовки по бокам губок тисков допускается на 10...30 мм в зависимости от толщины материала. Заготовки, имеющие длину более полуторной ширины губок тисков, следует зажимать с металлическими планками или накладными угольниками.

### **Опиливание криволинейных поверхностей**

Криволинейные поверхности выпуклого профиля опиляют, как правило, плоскими напильниками продольным штрихом вдоль выпуклости. Напильник в этом случае должен совершать два рабочих движения: движение вперед и качательное движение по дуге выпуклого профиля. При движении вперед носок напильника должен подниматься вверх, а ручка опускаться вниз.

Движение назад совершается в обратном порядке. Опиливание конусных поверхностей и различного рода фасок выполняется аналогичным образом. В процессе обработки заготовку зажимают в накладных губках и по мере опиления поверхности периодически поворачивают в дисках.

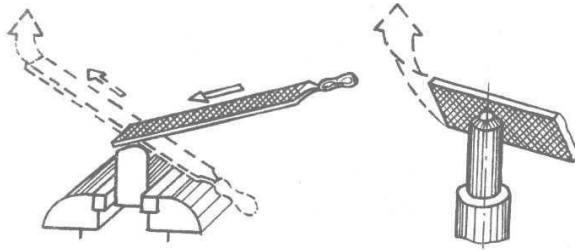


Рис.22. Опилание полукруглых поверхностей.

Небольшие цилиндрические стержни удобно зажимать в ручных тисках и опилать в горизонтальном положении на деревянном бруске, имеющем продольный угловой паз. Во время работы деталь с ручными тисками поворачивают навстречу движению напильника. Короткие участки стержней можно опилать в тисках в вертикальном положении. Ребро напильника, не имеющее насечки, должно быть обращено в сторону губок тисков.

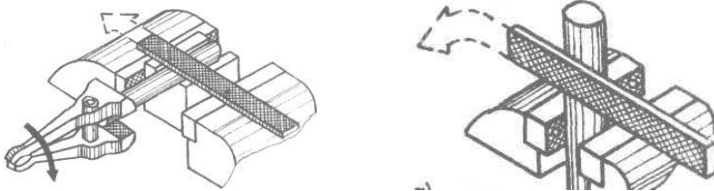


Рис.23. Опилание цилиндрических стержней.

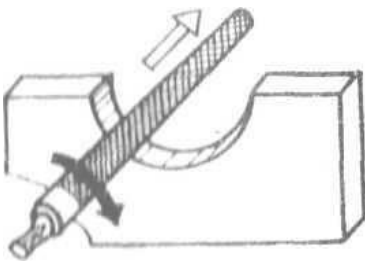


Рис.24. Опилание криволинейных поверхностей.

Для распиливания криволинейных поверхностей погнутого профиля и отверстий применяют круглые и полукруглые напильники. В процессе опилования напильник должен совершать сложные рабочие движения: движение вперед, одновременный поворот напильника вокруг оси и смещение вправо вдоль поверхности.

### **Отделочное опилование.**

При чистовом отделочном опиловании могут применяться кик напильники с мелким шагом, так и абразивная шкурка. Добиться необходимой чистоты поверхности можно путем натирания насечек напильника мелом, напильник при этом будит снимать более мелкую стружку. Кроме того, мел предохраняет напильник от забивания стружкой и от возникновения вследствие этого глубоких царапин на поверхности детали.

При обработке поверхности абразивной шкуркой последняя натягивается на напильник или деревянный брусок (планку) и таким инструментом зачищают поверхность. Отделку можно вести всухую или с маслом. При отделке всухую поверхность получает блестящий вид, а с маслом - матовый. Работа с маслом требует применения полотняной шкурки (на хлопчатобумажной основе). Обработку начинают более грубой шкуркой, постепенно переходя к более мелкой.

**Сверление** - один из самых распространенных методов получения отверстия резанием. Режущим элементом является сверло, которое дает возможность как получать отверстия в сплошном материале (сверление), так и увеличивать диаметр уже имеющегося отверстия (рассверливание). Главное (вращательное) движение сообщается сверлу. Ему же сообщается и поступательное движение подачи вдоль своей оси.

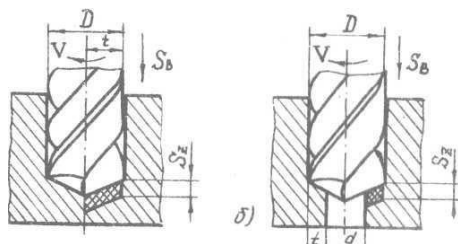


Рис.25. Положение сверла при сверлении и рассверливании.

Сверление может выполняться как на сверлильных станках, так и вручную - с помощью ручных и электродрелей.

По конструкции и назначению сверла подразделяются на ряд типов: спиральные, центровочные, перовые, ружейные, пушечные, кольцевые и др.

Центровочные сверла (б) предназначены для выполнения центровочных отверстий в валах и т.п. изделий, а также для нанесения предварительных центровых отверстий при сверлении отверстий с особо точным расположением оси. Перовые сверла (е) предназначены для сверления отверстий малого диаметра (до 1,5...2 мм) и небольшой длины.

Ружейные и пушечные сверла (в и г), относящиеся к однокромочным сверлам, предназначены для сверления точных глубоких отверстий с прямолинейной осью.

Кольцевые сверла (д) предназначены для сверления отверстий большого (свыше 70 мм) диаметра. При сверлении такими сверлами в заготовке вырезается кольцевая полость, а в середине остается сердцевина, которая затем может быть удалена.

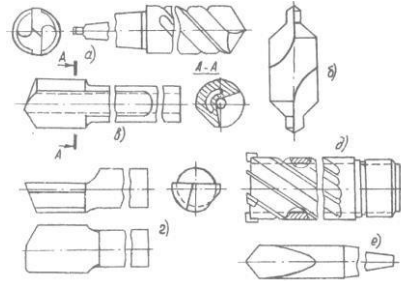


Рис.26. Виды сверл: а) спиральные, б) центровочные, в и г) ружейные и пушечные, д)кольцевые, е) перо.

Однако, наиболее широкое применение нашли спиральные сверла (а). По конструкции спиральные сверла изготавливаются цельными (т.е. изготовленные из одного куска металла), сварными (у которых рабочая часть изготавливается из быстрорежущей стали или твердого сплава, а хвостовик - из конструкционной стали), а также оснащенные твердым сплавом (у которых на режущей части припаяны пластинки твердого сплава).

Сверло состоит из рабочей части 1 (включая режущую часть 2), шейки 3 (служащей для выхода шлифовального круга при шлифовании хвостовика) и хвостовика 4 с лапкой 5 (служащей упором при выбивании сверла из шпинделя станка) для поводком 6.

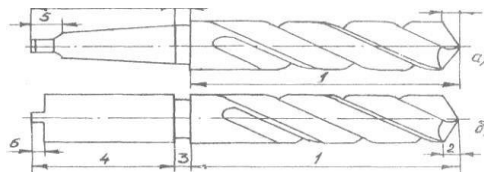


Рис.27. Основные части сверла.

### Приспособления и принадлежности к сверлильным станкам.

Для крепления сверл, разверток, зенкеров и другого режущего инструмента в шпинделе сверлильного станка применяются переходные втулки, сверлильные патроны различных типов, оправки и т.д.

Переходные втулки применяют для крепления режущего инструмента с коническим хвостовиком. Наружные и внутренние поверхности втулок изготавливаются конусными - обычно с конусом Морзе семи номеров: от № 0 до 6. Если размер конуса хвостовика соответствует размеру конуса отверстия шпинделя станка, то режущий инструмент устанавливается хвостовиком непосредственно в отверстие шпинделя (а). Если конус сверла меньше конического отверстия шпинделя станка, то на конусный хвостовик сверла надевают переходную втулку и вместе со сверлом вставляют в конусное отверстие шпинделя станка (б). Если одной втулки недостаточно, применяют несколько переходных втулок, которые вставляют одна в другую.

Сверлильные патроны используют для крепления инструментов с цилиндрическим хвостовиком диаметром до 15 мм. Патрон устанавливается конусным хвостовиком в отверстие шпинделя станка (в).

Крепление заготовок на сверлильных станках осуществляется с помощью различных зажимных приспособлений с винтовым зажимом: прихваты, призмы, а также тиски и угольники.

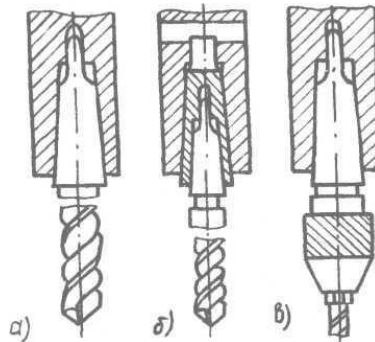


Рис.28. Способы крепления сверл.

Использование ручных зажимов для закрепления деталей требует уличительных затрат времени. Поэтому значительное распространение подучили приспособления с ручными быстродействующими зажимами - эксцентриковыми, клиновыми, рычажно-кулачковым, а также с быстродействующими механизированными зажимами механического, пневматического и гидравлического действия. В серийном и массовом производстве для закрепления деталей используются накладные кондукторы, имеющие запрессованные закаленные направляющие втулки, которые обеспечивают получение точного расположения отверстий без предварительной их разметки. Необходимы также кондукторы и при сверлении отверстий, начинающихся на цилиндрических (и конических) поверхностях (в). Кондукторы могут быть различными по форме, устройству, весу и т.п.

Перед установкой инструмента в шпиндель станка сам инструмент и отверстие в шпинделе необходимо тщательно протереть. Затем инструмент (или патрон) осторожно вводят хвостовиком в коническое отверстие шпинделя так, чтобы лапка хвостовика плоскими сторонами пошла в выбивное отверстие - окно. После этого хвостовик сильным толчком вверх плотно вводят в отверстие шпинделя. При использовании переходных втулок для крепления режущего инструмента все конические поверхности втулок, шпинделя и хвостовика инструмента вначале проверяют и протирают. Затем переходные втулки соединяют в единый комплект и насаживают на хвостовик инструмента, после чего сильным толчком руки вставляют инструмент с надетыми втулками в отверстие шпинделя.

Снятие инструмента или патрона с инструментом производится с помощью плоского клина. Введя клин одним концом в выбивное отверстие (окно) шпинделя, слегка ударяют молотком по другому концу клина, который при этом нажимает на лапку хвостовика и выжимает сверло из конического отверстия шпинделя.



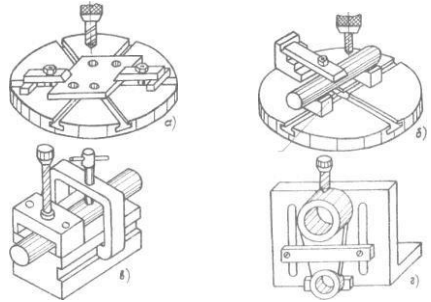


Рис.29. Способы крепления заготовок.

Основные виды работ, выполняемых на сверлильных станках:

### Сверление

Сверление сквозных и глухих цилиндрических отверстий диаметром до 80 мм в сплошном материале. Шероховатость обработанной поверхности соответствует 3-4 классам чистоты.

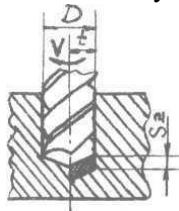


Рис.30. Сверление.

### Зенкерование

Зенкерование цилиндрических и конических отверстий, предварительно полученных отливкой, прошивкой, штамповкой или сверлением. Шероховатость поверхности – 4...5 классы чистоты.

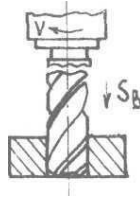


Рис.31. Зенкерование.

### Развертывание

Окончательная обработка точных и чистых цилиндрических и конических отверстий (обычно после зенкерования). Шероховатость обработанной поверхности - 5-7 классы чистоты

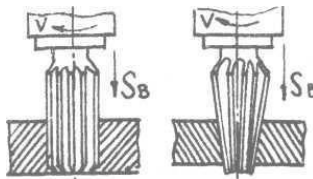


Рис.32. Развертывание.

### Приемы сверления

В зависимости от точности и величины партии обрабатываемых деталей сверление отверстий может выполняться по разметке с кернением центров отверстий или по кондуктору.

Сверление по разметке при относительно точном положении отверстия производят в два приема: сначала сверлят отверстие предварительно, а затем окончательно. Предварительное сверление выполняют с ручной подачей на глубину 0,25 диаметра отверстия, затем сверло поднимают, удаляют стружку и проверяют совпадение окружности надсверленного отверстия с разметочной окружностью. Если они совпадают, то можно продолжать сверление, включив механическую подачу. Если же надсверленное отверстие оказалось не в центре, то его исправляют путем прорубания двух-трех канавок от центра с той стороны центрального

углубления, куда нужно сместить сверло. Канавки направляют сверло в намеченное кернером место, Сделав еще одно надсверливание и убедившись в его правильности, доводят сверление до конца.

Сверление по кондуктору производят в тех случаях, когда требуется получить более высокую точность, а также при достаточно большой партии одинаковых деталей. Этот способ намного производительнее сверления по разметке, т.к. отпадает надобность в самой разметке, крепление детали производится надежно и быстро, снижается утомляемость рабочего и т.п. Наличие направляющих инструмент кондукторных втулок повышает точность обработки.

Сверление отверстий диаметром свыше 25 мм необходимо производить в 2 этапа: предварительное сверление сверлом диаметром большим, чем длина поперечной режущей кромки основного сверла и окончательное сверление основным сверлом. Известно, что поперечная режущая кромка сверла не режет, а сминает материал, поэтому с увеличением диаметра сверла, а следовательно, и перемычки, увеличивается осевое давление и процесс резания затрудняется. Чтобы устранить это вредное явление и производят предварительное сверление. В этом случае поперечная режущая кромка основного сверла в работе не участвует и осевое усилие уменьшается.

В практике слесарной обработки иногда встречаются особые случаи сверления, такие как сверление, неполных отверстий, сверление в трубах, сверление на боковых поверхностях цилиндров и т.д.

Сверление неполных отверстий производят двумя способами. По первому способу две детали закрепляют в тисках так, чтобы их поверхности, на которых должны быть просверлены неполные отверстия, совпали. Затем размечают на линии стыка закрепленных деталей центры отверстий и производят сверление обычным способом (а). При сверлении неполного отверстия в одной детали пользуются прокладками из того материала, что и обрабатываемая деталь (б).

При сверлении смещенных от центра отверстий в деталях типа втулок или грубое отверстие (полость) втулки или трубы забивается металлической или деревянной пробкой, через которую и производят сверление (в). Если этого не сделать, то сверло, пройдя пустое пространство, упрется в нижнюю часть детали и, не имея направления, соскользнет и сломается.

При сверлении отверстия на боковой поверхности цилиндрических деталей во избежание поломки сверла следует предварительно обработать площадку (г) и лишь после этого сверлить отверстие обычным способом.

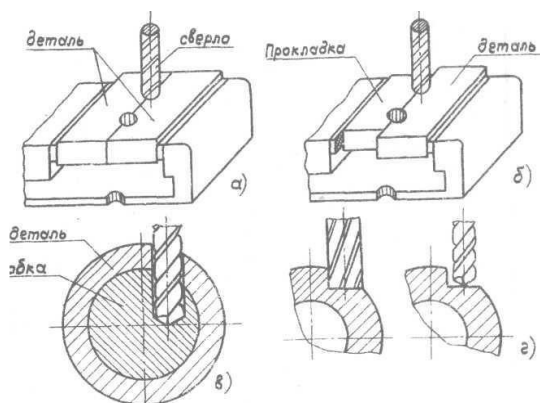


Рис.33. Приемы сверления.

### Другие виды обработки отверстий

Зенкованном называется обработка входной или выходной части отверстия с целью снятия фасок, заусенцев, а также образования углублений под головки болтов, винтов и заклепок. Инструменты, применяемые для этой цели, называются зенковками. По форме режущей части зенковки подразделяются на конические и цилиндрические.

Зенкерованием называется обработка предварительно просверленных, штампованных или литых отверстий с целью придания им строгой цилиндрической формы, достижения большой точности и чистоты поверхности, К зенкеранию часто

прибегают как к промежуточной операции между сверлением и развертыванием. Зенкеры отличаются от сверл большим числом режущих кромок, меньшей величиной конуса, а также отсутствием поперечной режущей кромки. Большое количество направляющих ленточек обеспечивает более правильное и устойчивое положение зенкера относительно оси обрабатываемого отверстия, а распределение усилий на 3...4 режущие кромки - более плавную, чем при сверлении работу и получение чистого и достаточно точного отверстия. По форме рабочей части зенкеры могут быть цилиндрическими и коническими, а по конструкции - цельными, насадными и со вставными пластинками твердого сплава.

Развертывание является операцией чистовой обработки отверстий, обеспечивающей высокую точность размеров и чистоту поверхности. Эта операция выполняется с помощью разверток. По форме рабочей части развертки могут быть цилиндрическими и коническими, а по способу применения - машинными (с коническим хвостовиком) и ручными (с квадратным концом хвостовика). Угол наклона винтовых канавок у разверток, как правило, равен нулю, хотя встречаются и развертки с небольшим углом наклона винтовых канавок. Число зубьев развертки - от 6 до 12; величина заборного конуса, как правило, не превышает 1,5...2 мм, а у конических разверток - отсутствует.

### **Нарезание внутренних резьб метчиками**

Внутреннюю резьбу нарезают метчиками вручную с помощью воротка. Метчик состоит из рабочей части и хвостовика. Хвостовик заканчивается квадратом, на который надевается вороток во время нарезания резьбы. Рабочая часть состоит из заборной и калибрующей частей. Заборная, (конусная) часть метчика снимает основную массу стружки и образует в отверстии резьбу. Калибрующая часть калибрует нарезанную резьбу. Для образования режущих кромок на метчиках делаются три или четыре продольные канавки; число канавок зависит от размера метчика. Крупные метчики имеют четыре канавки, мелкие - три. По этим канавкам во время работы сходит стружка.

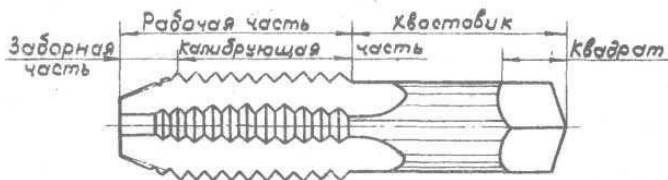


Рис.34 Метчик (внешний вид и основные элементы).

На цилиндрическую часть хвостовика обычно наносят размеры метчика и его номер в комплекте. Для метрической резьбы указывают наружный диаметр и шаг, например: М 8х1,25: это означает, что резьба метрическая с наружным диаметром 8 мм с шагом 1,25 мм.

В настоящее время для основной крепежной метрической резьбы до 26 мм выпускаются двухкомплектные метчики, т.е. комплект таких метчиков состоит из двух штук. Первый, предварительный метчик, называется черновым, второй - чистовым и на хвостовике имеет две риски. Первый метчик, кроме того, имеет более длинную, чем второй, заборную часть и притупленную резьбу. Второй метчик на калибрующей части имеет полный профиль резьбы. Резьбу нарезают сначала черновым, а затем чистовым метчиком.

Перед нарезанием резьбы метчиком в заготовке должно быть просверлено отверстие под резьбу. Диаметр сверла для сверления такого отверстия выбирают в зависимости от размера резьбы по специальным таблицам. Диаметр сверла должен быть меньше наружного диаметра резьбы и несколько больше его внутреннего диаметра. Так, например, для резьб М8, М10, М12 и М16 при обработке стали, выбирают сверла под резьбу соответственно 6,7; 8,5; 10,2 и 14 мм. Размер сверла будет также зависеть и от обрабатываемого материала. Для чугуна и бронзы размер будет меньше, чем для стали и латуни. Если размер отверстия сделать меньше, чем требуется, то при нарезании резьбы метчик может сломаться. При большем размере отверстия может получиться неполная резьба.

Процесс нарезания резьбы выполняется следующими рабочими приемами:

1. Смоченный в масле метчик вставляют хвостовиком в одно из квадратных отверстий воротка, а затем устанавливают в начале отверстия в строго вертикальном положении;

2. Сохраняя вертикальное положение метчика, и нажимая на вороток руками, поворачивают метчик по часовой стрелке до тех пор, пока метчик не врежется в металл (1,5-2 оборота);

3. Не прилагая вертикального усилия, меняя положение рук, поворачивают метчик на пол-оборота по часовой стрелке, затем на четверть оборота назад против часовой стрелки и т.д. до полного нарезания резьбы первым метчиком;

4. Аналогично нарезают резьбу чистовым метчиком. Вводят чистовой метчик в предварительно нарезанное отверстие без большого усилия, после чего надевают на него вороток и нарезают резьбу.

Контроль резьбы осуществляют резьбовым калибром или сопрягаемой деталью (болтом).

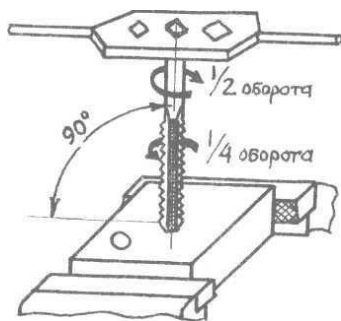


Рис.35. Приемы нарезания внутренних резьб.

В слесарном деле применяются плашки различных конструкций. Наибольшее распространение получили круглые плашки.

Круглая плашка представляет собой своеобразную "гайку", изготовленную из инструментальной стали. В ней просверлено несколько отверстий под стружку, которые образуют режущие кромки на шпиге. Они выполняют ту же роль, что и канавки у метчика. С обеих сторон плашки имеются заборные конусы, длиной в одну-две нитки резьбы.

С наружной цилиндрической поверхности плашки надсверлены четыре конических углубления и сделан один продольный надрез под углом в  $60^\circ$ . Конические углубления служат для закрепления плашки винтами в воротке-плашкодержателе

При нарезании наружных резьб плашками диаметр стержня "под резьбу" должен быть меньше наружного диаметра резьбы на 0,2 высоты профиля. Так например, для резьб М8, М10, М12 и М16 стержни должны иметь соответственно размер 7,85; 9,80; 11,82 и 15,76 мм. Торцы стержня следует запилить перпендикулярно оси и опилить приемную фаску, чтобы облегчить врезание плашки.



Рис.36. Инструмент для нарезания внешних резьб.

Для: нарезания резьбы стержень в вертикальном положении зажимают в тисках на требуемую высоту, Затем на торец стержня накладывают плашку, закрепленную в плашкодержателе. Сохраняя положение плашкодержателя перпендикулярно оси стержня, плашку с усилием поворачивают по часовой стрелке до её врезания на 1-2 нитки. Затем на стержень наносят смазку. Сохраняя то же направление движения, как и метчика (пол оборота по часовой стрелке и четверть оборота против часовой стрелки), на стержне нарезается резьба. Вертикальное усилие на плашку при этом не прилагается.



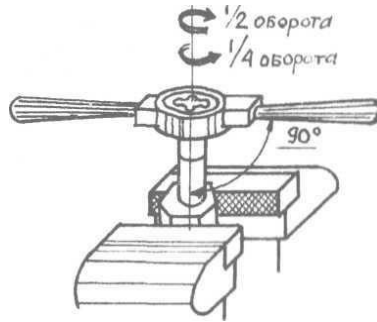


Рис.37. Приемы нарезания внешних резьб.

Применяемые в машиностроении соединения деталей можно разделить на 2 основные группы: разъемные и неразъемные. Разъемное соединение деталей это также соединение, при котором составляющие его детали могут быть разобраны. Неразъемное - это соединение деталей, при котором разборка узла возможна лишь при разрушении крепления или самих деталей. К разъемным соединениям относятся резьбовые, шпоночные, шлицевые, штифтовые и клиновые соединения; к неразъемным - заклепочные, сварные, прессовые и клеевые соединения.

### Резьбовые соединения

К **резьбовым** относятся соединения, в которых сопряженные детали соединяются с помощью резьбы или резьбовых крепежных деталей (болтов, гаек, винтов, шпилек и др.).

Болт представляет собой стержень с резьбой для гайки на одном конце и головкой на другом (а). Перед сборкой поверхности соприкасающихся деталей должны быть тщательно подготовлены (отфрезерованы, отшлифованы и т.д.). Диаметр отверстий под болт в сопрягаемых деталях зависит от требуемой точности соединения и размеров болта. В ответственных соединениях величина между диаметром отверстия под болт и диаметром болта  $D$  не должна превышать  $0,1...0,2$  мм, а в обычных соединениях -  $0,5$  мм на каждые  $10$  мм диаметра болта.

Винт (б) представляет собой стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом конце, которым он ввинчивается в одну из скрепляемых деталей. Величина зазора  $\Delta$  определяется аналогично болтовому соединению.

Шпилька (в) представляет собой цилиндрический стержень, имеющий резьбу на обоих концах, один из которых ввертывают в основную деталь, а другой пропускают через отверстие в закрепляемой детали и на него навинчивают гайку. Величина зазора  $\Delta$  определяется аналогично болтовому соединению. При соединении деталей с помощью шпильки необходимо выдерживать перпендикулярность оси выступающей части шпильки обработанной поверхности.

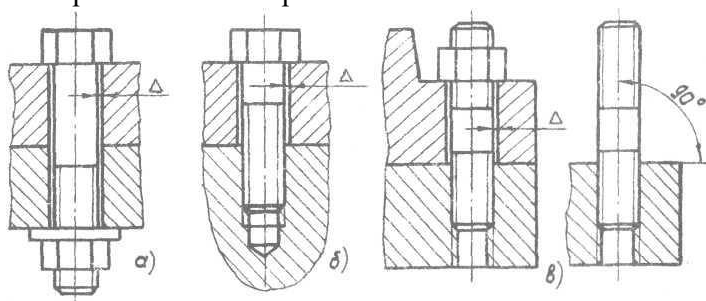


Рис.38. Виды разъемных соединений.

Гайка это деталь с резьбовым отверстием, навинчиваемая на болт (а) или на шпильку (в) и служащая для замыкания, скрепляемых с помощью болта или шпильки деталей соединения. При заворачивании гайки на болт или шпильку нужно следить за тем, чтобы горец гайки был перпендикулярен оси резьбы, а поверхность торца плотно прилегала к поверхности детали. Под торец гайки и болта обычно подкладывают шайбы. При большом числе гаек рекомендуется заворачивать их в определенной последовательности (например, по диагонали); это исключает перекосы соединяемых деталей.

## Шпоночно-шлицевые соединения

Другим видом соединения деталей являются шпоночные и шлицевые разъемные и неразъемные соединения.

**Шпоночное соединение** образуется призматическим или клиновидным стержнем-шпонкой, одновременно находящийся в пазах вала и насаженной на него детали (втулки, шкивы, зубчатого колеса). Основное назначение шпонки - передача крутящего момента.

Шпоночное соединение состоит из вала, втулки и шпонки. Соединяющей деталью является шпонка, которую вставляют в сквозные прорезы вала и втулки. В зависимости от условий работы могут применяться клиновые (а) и призматические (б) шпонки.

Достоинством шпоночного соединения является возможность быстрой сборки и разборки. В случае клиновой шпонки углы скоса на клине сделаны так, чтобы предотвратить возможность саморазборки, т.е. обеспечить самоторможение.

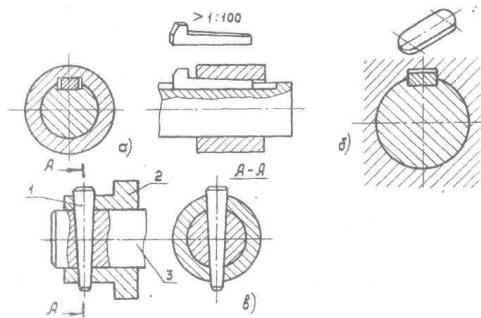


Рис.39. Виды шпоночных соединений.

Разновидностью клинового соединения является штифтовое соединение (в). Штифт 1 - это гладкий цилиндрический или конический стержень. По сравнению с клиновым штифтовое соединение более технологично и обеспечивает взаимозаменяемость деталей, но для этого необходимо конической разверткой совместно развернуть отверстие в детали 2 и на валу 3.

Все виды шпонок стандартизованы. Соединение, в котором шпонки выполнены за одно целое с валом, называют шлицевым. Такие соединения по сравнению со шпоночными имеют большую поверхность контакта, а, следовательно, и большую нагрузочную способность. Шлицевые соединения также обеспечивают более высокую точность соединения, т.к. в шпоночном соединении участвуют три детали, а в шлицевом - две. Шлицевые соединения бывают подвижными и неподвижными. Они применяются для соединения валов со втулками, зубчатыми колесами, шкивами, барабанами, звездочками и т.п. Шлицевые валы представляют собой сплошное или полое ступенчатое тело цилиндрической формы, на котором инструментом образована шлицевая поверхность, которая может быть прямобочной, треугольной или эвольвентной формы.

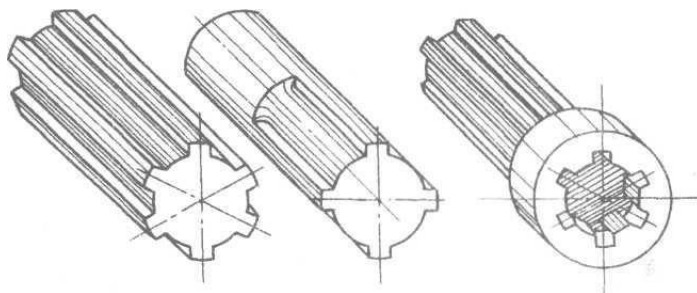


Рис.40. Виды шлицевых соединений.

### Клёпка

**Клёпка** - это неразъемное соединение двух или нескольких деталей с помощью заклепок. Клепка может быть ручная и машинная, холодная и горячая. В слесарном деле наибольшее распространение имеет ручная клепка в холодном состоянии.

Для склепывания двух заготовок из листового или полосового материала предварительно производят разметку расположения заклепок на поверхности листов. Места расположения заклепок (центры отверстий под заклепки)

накерниваются. Сверление отверстий под заклепки производят на листах в собранном виде. Для этого их временно соединяют ручными тисками или скобами. Отверстия сверлят в местах предварительной разметки сверлами, диаметр которых больше диаметра стержня заклепки на  $0,1 \dots 0,2$  мм.-

Для склепывания листов применяют заклепки с разнообразной формой головки: полукруглой (а), полупотайной (б) и потайной (в).

Длина стержня заклепки выбирается в зависимости от толщины склепываемых деталей и формы замыкающей головки, т.е. головки, которая образуется из выступающего стержня. Длина выступающего стержня для образования потайной головки должна составлять  $0,8 \dots 1,2$  диаметра заклепки, а для полукруглой -  $1,2 \dots 1,5$  диаметра.

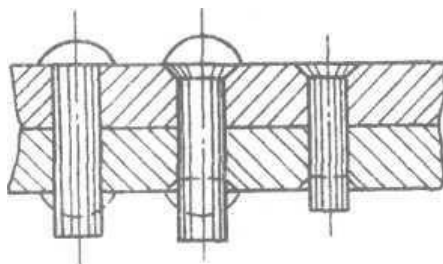


Рис.41. Неразъемные заклепочные соединения.

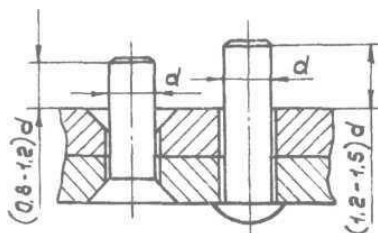


Рис.42. Виды заклепок.

При использовании заклепок с потайной головкой в листах необходимо предварительно просверлить и раззенковать отверстие под заклепку. Обработку отверстия под потайную головку производят зенковкой, а при ее отсутствии - сверлом большего диаметра.

После окончания сверления заклепки последовательно вставляют во все просверленные отверстия. Листы с заклепками укладывают на плиту так, чтобы закладная головка заклепки находилась на плите, а выступающая часть стержня наверху. Затем на стержень надевают натяжку и ударами молотка по ней "натягивают" листы так, чтобы они сошлись возможно плотнее. Образование замыкающей головки производят ударами молотка по стержню. Удары наносятся вдоль оси стержня.

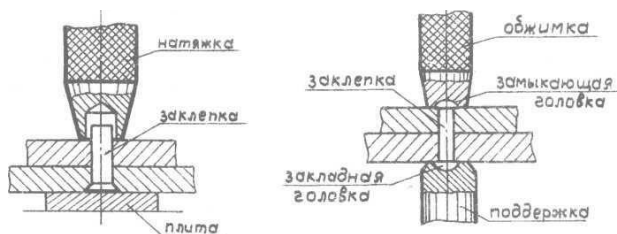


Рис.43. Приемы клепки.

При применении заклепок с полукруглой головкой листы с заклепкой устанавливают не на плиту, а на специальную поддержку, имеющую выемку по форме закладной (полукруглой) головки. Замыкающая головка предварительно образуется при помощи молотка и окончательно оформляется специальной обжимкой.

При отсутствии стандартных заклепок их можно изготовить из проволоки. Для этого на куске проволоки, зажатой в тиски, сначала расклепывают закладную потайную (или полукруглую) головку, после чего отрезают необходимую часть стержня. Для этой цели могут быть также использованы обычные гвозди, шляпка которых может заменять собой потайную закладную головку заклепки.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Организация рабочего места слесаря.
  2. Конструкция слесарных тисков.
  3. Техника безопасности при выполнении слесарных работ.
  4. Сущность опилования.
  5. Виды напильников.
  6. Приемы опилования.
  7. Сущность рубки; инструменты и приспособления для рубки.
- 8 Приемы рубки.
  9. Правка: инструменты и приспособления для правки.
  10. Приемы правки
  11. Гибка: инструменты и приспособления для гибки.
  12. Приемы гибки.
  13. Сверление. Инструменты для сверления.
  14. Зенкерование. Инструменты для зенкерования.
  15. Развертывание. Инструменты для развертывания.
16. Методы нарезания наружных и внутренних резьб.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**  
**Средство индивидуальной защиты и снаряжение**

**Цели занятия:** Приобрести, и отработать практические умения и навыки применения теоретических знаний по устройству, тактико-техническим характеристикам средств индивидуальной защиты и снаряжения.



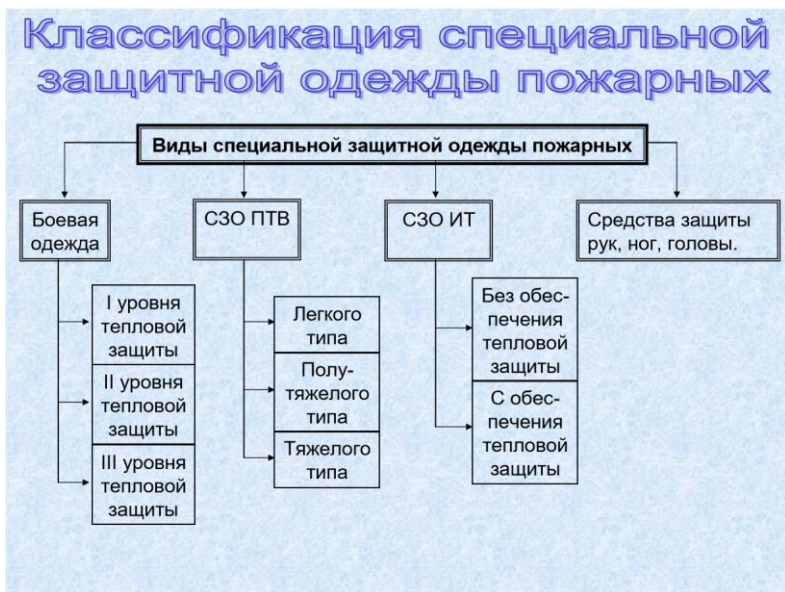


Рис.44 Классификация специальной защитной одежды пожарного

**Боевая одежда пожарного (БОП)** – одежда, предназначенная для защиты тела человека от опасных и вредных факторов окружающей среды, возникающих при тушении пожаров и проведении связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ, а также от неблагоприятных климатических воздействий.

**Конструкция БОП должна обеспечивать возможность ее использования со снаряжением пожарного:**

пожарным спасательным поясом, пожарной каской.  
 средствами индивидуальной защиты органов зрения и дыхания пожарного. пожарно-техническим вооружением. радиостанцией. специальной пожарной обувью. средствами защиты рук. средствами локальной защиты и теплоотражательным ком-

плектом. **Используемые материалы в конструкции БОП**

**должны:**

препятствовать попаданию в под костюмное пространство воды.

поверхностно-активных веществ, агрессивных сред.

предохранять от климатических и тепловых воздействий.

БОП должна использоваться в климатических зонах с температурой окружающей среды от -40 до +40 °С.

**Конструкция БОП должна позволять пожарному:**

надевать одежду по тревоге в течении времени, оговоренного в нормативах по ПСП.

эффективно выполнять все виды деятельности при тушении пожаров и проведении связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ.



Рис.45 Типы БОП



Рис.46 Примеры БОП

# Конструкция БОП:



Рис.46 Конструкция БОП

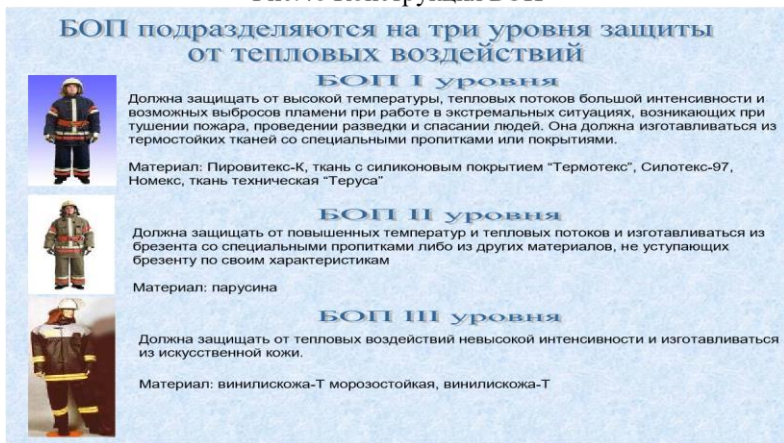


Рис. 48 Уровни БОП



Специальная защитная одежда пожарных классифицируется по видам, что она предназначена для защиты тела человека и проведения первоочередных аварийно-спасательных работ, а также о неблагоприятных климатических воздействиях, подразделяется по уровням теплового воздействия и должна быть удобной по конструкции.

## СПЕЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТНАЯ ОДЕЖДА ПОЖАРНЫХ ОТ ПОВЫШЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Одежда, изготавливаемая с использованием материалов с металлизированным покрытием, предназначена для защиты пожарного от:

- повышенных тепловых воздействий (интенсивного теплового излучения, высоких температур окружающей среды, кратковременного контакта с открытым пламенем )
- вредных факторов окружающей сред, возникающих при тушении пожаров и проведении связанных с ним первоочередных аварийно-спасательных работ в непосредственной близости к открытому пламени
- от неблагоприятных климатических воздействий: отрицательных температур ветра, осадков.

### **Специальная защитная одежда пожарных изолирующего типа (СЗО ИТ)**

Предназначенная для изоляции кожных покровов человека от опасных и вредных факторов окружающей среды (пыль, в том числе содержащие газообразный хлор водные растворы щелочей, кислот и т.п.) возникающих во время тушения пожаров, проведения аварийно-спасательных работ, а так же вследствие неблагоприятных климатических воздействий.

## специальная защитная одежда пожарных изолирующего типа (сзо ит)



### С обеспечением тепловой защиты

Используется при тушении пожаров на АЭС и других радиационно опасных объектах, обеспечивает защиту глаз, кожи, слизистой оболочки дыхательных путей и пищеварительного тракта от попадания в организм вредных веществ в виде газов, аэрозолей и пыли, а так же от накопления радиоактивных изотопов во внутренних органах.



### Без обеспечения тепловой защиты

Состоит из:

- наружно изолирующего герметичного скафандра
- радиационно-защитных элементов, конструктивные особенности которых зависят от их расположения на теле человека
- теплоизоляционной подстежки
- средств индивидуальной защиты рук, ног, головы

## Пример специальной защитной одежды пожарных изолирующего типа



Рис.49 Примеры изолирующей одежды пожарных

### Средства защиты головы

Предназначены для защиты головы, шеи и лица человека от:

- механических и термических воздействий
- агрессивных сред
- поверхностно-активных веществ (ПАВ)
- неблагоприятных климатических условий



Рис.50 средства защиты головы, рук и ног



Рис.51 Средства защиты головы

**Каски пожарные.** Обеспечивают защиту головы от воздействия повышенных температур и открытого пламени, а также растворов кислот, щелочей, воды, ПАВ, статической и динамической нагрузки.

Каски пожарного КП-92 КЗ-94 применяются в подразделениях пожарной охраны и предназначены для защиты головы и лица от возможных травм, теплового излучения и воды. Снабжены защитным забралом.

**Шлем пожарного ШПМ-3** обеспечивает защиту головы от воздействия повышенных температур и открытого пламени, растворов кислот, щелочей, воды, ПАВ, статической и динамической нагрузки. Шлем пожарного представляет собой корпус с убирающимся внутрь забралом. В состав шлема входит: подшлемник, пелерина, индивидуальный модуль безопасности (ИМБ), зарядное устройство.

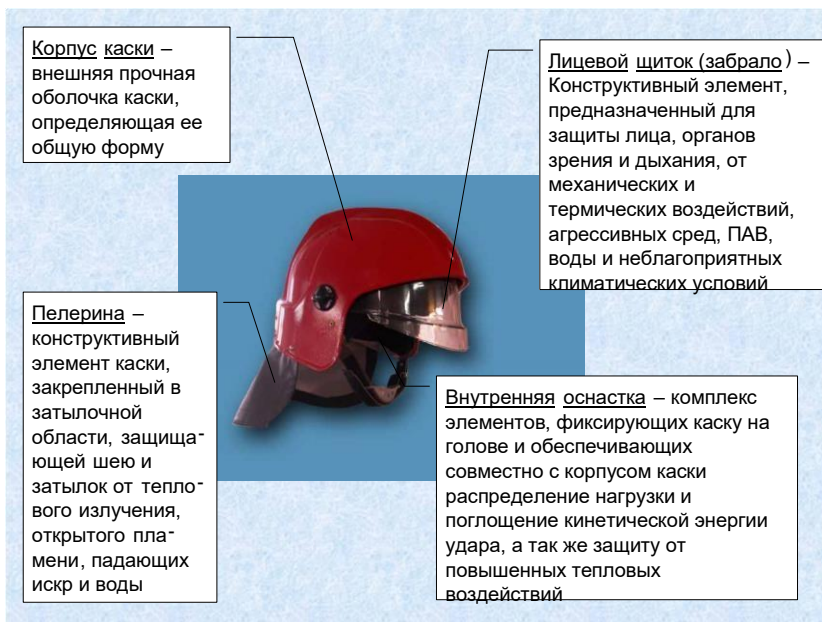


Рис.52 Каска пожарного



При проведение аварийно-спасательных работ и пожаротушения нужно соблюдать технику безопасности, которая также заключается в предохранение головы, рук и ног пожарного при его работе, а для этого он должен уметь определить исправность и годность этих средств

### **Пояс пожарный (спасательный).**

Предназначен для спасения людей, самоспасение пожарных, а также для закрепления и страховки при работе на высоте. Тактико-технические и эксплуатационные характеристики:

Рабочая нагрузка, кг	350
Габариты, мм	145x85
Масса, кг	1,25

### **Карабин.**

Предназначен для проведения спасательных работ, самоспасения и страховки при работе на высоте.

Тактико-технические и эксплуатационные характеристики:

Рабочая нагрузка, кг	350
Габариты, мм	92x160
Масса, кг	0,35

### **Топор пожарный (поясной).**

Используется при передвижении по крутым скатам крыши, вскрытия кровли, дверей и окон горящих зданий, открывания крышек колодцев и пожарных гидрантов.

Тактико-технические и эксплуатационные характеристики:

Габариты, мм	21x200x360
Масса, кг	1,25

### **Веревки.**

Пожарные веревки предназначены для спасения людей и перемещение грузов во время пожаров и других стихийных

бедствий. Выпускаются длиной 30, 40 и 50 метров, комплектуются чехлами-сумками.

Термостойкая пожарная веревка выдерживает температуру до +300 °С. Устойчива к воздействию нефтепродуктов, кислот и неразбавленных растворов пенообразователей. Технические характеристики:

Диаметр, мм	10	12
Разрывная нагрузка, кгс	1500	2500
Линейное удлинение, %	5-7	5-7

### **Кобура.**

Предназначена для размещения поясного топора на спасательном поясе пожарного.

Тактико-технические и эксплуатационные характеристики:

Габариты, мм	325x140x20
Масса, кг	0,35

### **Фонарик.**

Предназначен для освещения пути следования при передвижении пожарного в затемненных помещениях во время разведки, а также освещения при пожаротушении.

После объяснения материала группа вместе с преподавателем выходит к пожарному автомобилю для отработки практических навыков.

Группа строится около пожарного автомобиля и назначенные курсанты в целях пожарной безопасности устанавливают противоткатные устройства. Далее дежурный курсант открывает отсеки пожарного автомобиля и достает боевую одежду, теплоотражательные костюмы, дыхательные аппараты и снаряжения пожарного. После этого каждый курсант раскрывает чехол где храниться теплоотражательная и боевая одежда, и

изучает его устройство при этом надевая его на себя и пристегивает снаряжение, при этом отработывая навык за минимальное время быть готовым к различным видам работ на пожаре. Также обязательно отработывают практический навык использования дыхательных аппаратов.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. Специальная защитная одежда и ее классификация, назначение;
2. Уровни защиты от тепловых воздействий боевой одежды, назначение ее состав;
3. Специальная защитная одежда: от повышенных тепловых воздействий, изолирующего типа.
4. Средства защиты головы, рук, ног дыхательные аппараты назначение, устройство, зарядные станции;
5. Снаряжение пожарного: спасательный пояс, карабин, кобура с поясным топором. Назначение и технические характеристики. Испытание, сроки и условия хранения;
6. Испытание боевой одежды
7. Сравнительный анализ средств индивидуальной защиты зарубежного и отечественного производства.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3  
**Оборудование и инструмент для спасания,  
самоспасания и ведения первоочередных аварийно-  
спасательных работ.**

**Дымососы**

**Цели работы:** Приобрести, отработать практические умения работы с гидравлическим инструментом и диэлектрическим комплектом.

**1. Насосная станция СГС-2-80ДХ** - состоит из насоса, двигателя HONDA GX160, катушки- удлинителя двухрядного, маслобака станции, рамы станции, предохранительных клапанов, пробки заливной горловины маслобака, рукавов сливных, рукавов напорных, соединительных трубок, крышки топливного бака.

**2. Насос ручной двухступенчатый НРС-2\80** – является источником высокого давления и служит для подачи рабочей жидкости под давлением в гидравлический инструмент при проведении спасательных, монтажных и др. работ. Насос состоит из корпуса насоса, бака, корпуса бака. Насосная часть выполнена по двухступенчатой схеме. Первая ступень – ступень низкого давления (до 12 МПа) - величина давления обеспечивается при сборке установкой тарированной пружины, вторая ступень – ступень высокого давления (до 80МПа) – величина давления обеспечивается при сборке регулировкой клапана предохранительного. При движении плунжера вверх – **фаза всасывания** – рабочая жидкость из бака через фильтр заборный всасывается в полости под плунжером - в полость первой ступени

через шарик , в полость второй ступени. При движении плунжера вниз – фаза нагнетания – рабочая жидкость поступает в линию нагнетания к подключенному гидравлическому инструменту. Рабочая жидкость из гидроинструмента поступает через линию слива в бак.

**3. Ножницы комбинированные НКГС-80** – предназначен для ведения спасательных работ в условиях ликвидации последствий землетрясений, аварий, катастроф на суше, в пресной и морской воде на глубине до 10 метров. По продельванию проходов в завалах, перекусыванию арматуры, перерезыванию листовой обшивки.

Технические данные:

Максимальное давление рабочей жидкости, Мпа	80
Максимальное усилие на концах ножей изделия в режиме расширения	5,8
Максимальное усилие в режиме резания (стягивания):	
на концах ножей изделия	7,1 у
основания ножей	36
Рабочая жидкость – масло АМГ-10	
Масса изделия, кг.	13,5

Изделие состоит из корпуса, поршня, двух шатунов, ручки, двух ножей, блока управления, уплотнительных колец с защитными кольцами. Подача жидкости в поршневую полость осуществляется блоком управления. Для выдвигания штока жидкость их блока управления по каналу поступает в поршневую полость. Одновременно из штоковой полости жидкость через два радиальных отверстия в штоке по трубе блока управления поступает через сливной рукав в источник давления.

Изделие устанавливают под поднимаемым объектом либо в зазор между раздвигаемыми объектами. Подводящие рукава расположить свободно, чтобы они не цеплялись за препятствия. Удерживая инструмент одной рукой за ручку, второй маховичком включить блок управления на раскрытие ножей. При использовании НКГС-80 для перекусывания развести ножи и упереть торец корпуса в перекусываемый объект

За рубежом и в нашей стране выпускаются аварийноспасательные пневмоподушки, предназначенные для выполнения работ, связанных с подъемом, опрокидыванием, кантованием и удержанием предметов (транспортных средств, строительных конструкций, технологических аппаратов и т.д.), а также для уплотнения мест повреждения резервуаров. Для наполнения пневмокамер используется воздух под давлением от 0,05 до 0,8 МПа. В комплект кроме пневмокамер входит арматура для их наполнения: баллоны со сжатым воздухом, вентили, редукторы, шланги с быстросъемными муфтами, силовые ремни со специальными пряжками.

Малое предприятие «Технокон» разработало и выпускает комплект пневмодомкратов грузоподъемностью 4 и 10 т и высотой подъема соответственно 120 и 320 мм. В отличие от зарубежных аналогов эти изделия рассчитаны на рабочее давление 0,6 МПа, из-за чего грузовая характеристика примерно на 10% ниже.

В пожарной охране применяется универсальный комплект механизированного инструмента УКМ-4А. В него входят: универсальный мотопривод на базе бензомоторной пилы «Урал-2», приставка с пильной цепью для вскрытия деревянных конструкций, приставка с абразивным (корундовым) кругом для вскрытия металлических конструкций, отбойный молоток (бетонолом) с гибким валом для вскрытия кирпичных и железобетонных конструкций. Мощность двигателя 3,67 кВт, масса всего комплекта 48,7 кг.

В набор электрозащитных средств для перерезания электрических проводов входят: ножницы с электрозащитными ручками, диэлектрическими ручками, диэлектрические резиновые перчатки, галоши(боты), резиновый рефранный коврик. Пригодность электрозащитных средств к работе определяют внешним осмотром и испытанием. Внешним осмотром выявляют на защитных средствах повреждения (разрыв, прокол и т.п.), при наличии которых их изымают из дальнейшей эксплуатации. Испытания проводят в специальных лабораториях с разрешения Госэнергонадзора в соответствии с «Правилами технической

эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителями».



Рис.53 Гидравлический спасательный инструмент

Проблема спасения людей на пожарах имеет давнюю историю. Наиболее простыми, надежными и древними из применяемых средств являются лестницы и веревки, которые в качестве таковых используются уже более трех тысяч лет.

Анализ применяемых в мире спасательных средств и их конструктивных особенностей позволяют сформулировать следующие требования:

обеспечивать эвакуацию людей и материальных ценностей из всех помещений, зданий и сооружений; защищать людей от воздействия поражающих факторов

(осколков, температуры, падающих предметов и т.п.); быть работоспособными при любых погодных условиях,

временах года и суток; обеспечивать равные шансы на эвакуацию людей, незави-

симо от их местонахождения; обладать

высокой надежностью; иметь

высокое быстродействие;

не требовать от спасаемых людей какой-либо подготовки для пользования; не требовать какого-либо управления процессом эвакуации

со стороны эвакуирующихся; обеспечивать эвакуацию людей без переналадки системы; не требовать сложного и ответственного обслуживания для поддержания в работоспособном состоянии; желательно использовать в качестве движущей силы вес самого человека (быть работоспособным без потребления внешней энергии); быть компактным и удобным в использовании, по возможности являться принадлежностью зданий и сооружений; внушать доверие эвакуируемых, не оказывать на них вредного физического или психологического воздействия.

К спасательным средствам относятся: автолестницы и автоподъемники; канатно-спусковые и спусковые устройства; метательные устройства; летательные аппараты; спасательные рукава; спасательные подушки.

Одним из основных элементов многих канатных устройств является спасательная веревка или текстильная лента. Для их изготовления используются натуральные и искусственные материалы: лен, пенька, капрон, кевлар и т.п.

Кевлар – высокопрочный материал. Выдерживает высокую нагрузку и высокие температуры (порядка 470 град. С), но он не износостойкий. Выпускает такие веревки оперативноспасательный центр «Эдельвейс». Также этой фирмой выпускаются спасательные пояса, выдерживающие нагрузку до 550 кг.

ЗАО «Аварийно-Спасательное Обеспечение» наладило выпуск спасательных веревок ТПВ-30 и ТПВ-50), которые предназначены для выполнения аварийно-спасательных работ при тушении пожаров в зонах возможного воздействия на нее открытого пламени и высоких температур.

Кроме того в подразделениях ГПС поставляются следующие марки веревок:

веревка П-1 – пожарная веревка из чистого кевлара; веревка П-2 – пожарная веревка с оплеткой из кевлара, а сердечник



капроновый (два типа данной веревки: диаметром 6 мм и расчетной нагрузкой 1200 кг и диаметром 10 мм и расчетной нагрузкой 2200 кг на разрыв);

Д-1 – десантная веревка с оплеткой из кевлар + капрон, а сердечник капроновый (диаметр 10 мм, максимальное усилие на разрыв 3000 кг.), однако необходимо учитывать что эта веревка не пожарная и она рассчитана на 3000 скоростных спусков;

С-1 – страховочная веревка, сердечник из кевлара, а оплетка капроновая;

С-2 – страховочная веревка, диаметром 10 мм из чистого капрона.

Применение кевлара совместно с капроном объясняется следующим:

- кевлар значительно дороже капрона, но кевлар более жаропрочный;

- капрон прочнее и более износостойкий, но начинает плавиться при 218 град С.

### **Канатно-спусковые устройства (КСУ).**

Все КСУ делятся на: индивидуальные и групповые.

**Индивидуальные КСУ** относятся к гравитационным устройствам, в которых скорость спуска регулируется тормозными приспособлениями с преобразованием кинетической энергии спуска в тепловую.

Тормозные приспособления могут быть самыми различными. В зависимости от их конструкции индивидуальные КСУ подразделяются на следующие виды:

- КСУ с использованием сил сухого трения;

- КСУ на базе фрикционных муфт сухого трения;

- КСУ на базе фрикционных муфт скольжения;

- КСУ на базе гидравлических муфт с регулированием при помощи дросселирования;

- КСУ на базе гидромуфт скольжения;

- КСУ на базе дробемуфт;

Типичными представителями спасательных устройств с использованием сил сухого трения являются широко выпускаемые комплекты на базе пластин трения и веревок.

Пластина трения – это простое приспособление, называемое иногда еще «жуком», закрепляется карабином на поясе спасателя или спасаемого, через систему отверстий устройства пропускается веревка. Торможение при спуске осуществляется за счет трения веревки в отверстиях пластины. К этой группе устройств можно отнести устройство на базе трех роликов и зажима. Отличается от пластин тем, что имеется возможность более легкой установки и снятия с веревки.

В настоящее время выпускаются следующие спасательные комплекты:

**КСИ** – комплект спасательный индивидуальный, только для самоспасания, в комплект входят: веревка П-2 (30 м), 2 карабина, спусковое устройство (пластина), петля из чистого кевлара для быстрого набрасывания на трубу и т. п.

**КСУ** – комплект спасательный универсальный, представляющий собой по сути **КСИ**, но имеется комплект для спасания пострадавшего, состоящий из косынки с кевларовой лентой;

**КСР** – комплект спасательного расчета, предназначенный для эвакуации большого количества людей, он состоит из веревки П-1 и П-2, петли из кевлара, пяти карабинов и спусковых устройств.

Спасательные устройства на базе фрикционных муфт сухого трения состоят из двух барабанов на оси которых установлена катушка лебедки. При помощи тормозного устройства (подкручивающаяся ручка) создается постоянное притормаживание барабанов, и спуск осуществляется с требуемой скоростью. Спасательное устройство можно закрепить за конструкцию здания, а спасаемого закрепить соответствующим способом на тросе и осуществить его спуск, управляя скоростью спуска с места крепления устройства. Возможен и обратный вариант использования устройства: трос закрепить за

конструкцию, а само устройство закрепить за карабин на спасательном поясе. В этом случае скорость спуска регулируется самим пожарным. Кроме того при втором способе использования устройства можно осуществлять спуск совместно с пострадавшим.

В спасательных устройствах на базе гидравлических муфт скорость спуска регулируется за счет дросселирования рабочей жидкости. Рабочая жидкость перекачивается из одной полости в другую через калиброванные каналы. Скорость спуска определяется производительностью шестеренного насоса. Передаточное число зубчатой передачи подбирается таким, чтобы скорость спуска была безопасной.

Спасательные устройства на базе гидравлических муфт скольжения представляет собой два барабана на оси с лебедкой. Внутри барабанов имеются реборды. Пространство между ребордами заполнено вязкой жидкостью. Принцип торможения основан на преодолении внутреннего трения между частицами рабочей жидкости, которая перекачивается между ребордами. На этом принципе работает спасательное устройство УСПИ-4-50, разработанное во ВНИИПО и используется подразделениями ГПС.

Спасательные устройства на базе дробемуфт работают по следующему принципу: при вращении катушки, дробь (или металлический порошок) под действием центробежных сил просыпается в зазоры между выступами в корпусе катушки, возникает трение между дробью и поверхностями катушки и корпуса, что определяет скорость спуска.

В настоящее время в нашей стране выпускаются и используются следующие канатно-спусковые спасательные устройства: УСПИ-2-45, УПС-40, УГИ-1, УСПИ-4-50, УСИ-1-30, УСИ-1-50. Первая цифра – номер модели, вторая – наибольшая высота спуска в метрах. Все устройства рассчитаны на максимальную массу спускаемого груза до 130 кг. В состав устройств входят: катушка с намотанным на нее несущим элементом (тросом или текстильной лентой), ручкой для возврата несущего элемента, ручной тормозной механизм – дублирующий (регулирующий) работу основной тормозной системы.

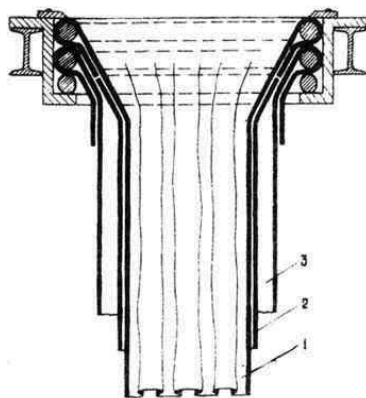
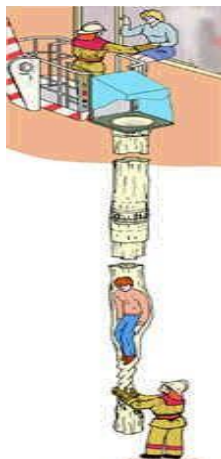
Недостатком КСУ является необходимость доставки их на верхние этажи зданий, в которых находятся отрезанные от путей эвакуации люди (пострадавшие), что не всегда может быть выполнено. Кроме того, существует необходимость нахождения там подготовленного спасателя для закрепления самих устройств и эвакуируемых к тросам или текстильным лентам.

**Групповые КСУ** представляют собой комбинацию канатной подвесной дороги и пассажирского лифта. Основными элементами данной спасательной системы являются: стационарно установленные или подвижные поворотные блочные консоли на самой высокой точке здания, спасательный автомобиль оснащенный кабиной, приводом (лебедкой) и управляющим узлом который занимает позицию на определенном расстоянии от здания.

С помощью вспомогательных тросов блочные рычаги консоли раздвигаются. Таким образом, создается связь между высшей точкой зданий и землей. Система состоит из двух несущих и двух управляющих тросов, кабины и лебедочного узла.

Наиболее характерным представителем группового КСУ является «высотный спасатель» фирмы «Вальфельд» (Германия). Его система позволяет передвигать кабину на 12 человек или 1000 кг груза с максимальной скоростью 45 м/мин. в пределах вертикального треугольника между автомобилем и фасадом.

## **Спасательные рукава.**



Принцип их работы основан на создании достаточной силы трения между спускающимся и обжимающим его эластичным рукавом. Скорость спуска может регулироваться путем различного конструктивного исполнения рукава, изменением положения частей тела спасаемого, а также находящимися на земле спасателями при помощи различных технических средств. Преимуществом спасательного рукава перед другими видами спасательных устройств является его высокая пропускная способность. Через один рукав в минуту можно эвакуировать до 35 человек любого возраста, комплекции, больных и даже потерявших сознание. (По данным финской фирмы «Ингстрем»: 25 рукавов на одно здание могут обеспечить эвакуацию 7500 человек за 10 минут).

Рукава изготавливают из огнестойкого, прочного материала. Они могут быть конструктивным элементом зданий или подняты к окну горящего здания с помощью вывозящих их автолестниц или коленчатых

### **Спасательные желоба.**

Спасательные желоба могут быть частью конструкций зданий, как правило, невысоких – двух, трех этажных детских

учреждений, больниц и т.д. Они представляют собой замкнутую конструкцию. Желательно верхнюю часть выполнять из пропускающего свет материала для предохранения эвакуируемых от дыма, искр и снижения стресса при спуске. Внутренняя поверхность нижней части желоба имеет настил для уменьшения скорости скольжения. На выходе из желоба устанавливаются маты или пневматические подушки. В качестве материала для изготовления желобов рекомендуется использовать легкий металл или пластик.

### **Пожарные лестницы.**



На объектах, в качестве запасных путей эвакуации используются стационарные наружные лестницы. Их устройство и требования, предъявляемые к ним, изучаются на кафедре «Пожарная безопасность зданий».

Кроме того, на пожары и аварии на основных пожарных автомобилях вывозятся три вида ручных пожарных лестниц: лестница палка, лестница штурмовая и трехколенная выдвижная лестница.

Рис. 54 Пожарная лестница

Их назначение, устройство, технические характеристики, порядок использования и методы испытаний вы изучили на первом курсе в рамках начальной профессиональной подготовки.

### **Метательные устройства.**

Широкое использование троса или каната как элемента системы спасания, повлекло за собой разработку различных метательных устройств. Они могут быть использованы как для непосредственного забрасывания спасательной веревки, так и для забрасывания легкого нейлонового шнура, с помощью которого можно поднять на здание несущий трос необходимой прочности.

В настоящее время существует большое количество метательных устройств различных по принципу действия и конструктивному исполнению.

По виду используемой энергии они подразделяются на:  
пороховые; пневматические; механические;  
электрические.

Самой распространенной группой метательных устройств являются пороховые. Дело в том энергия пороховых газов достигает порядка 59 000 Дж на единицу массы заряда.

Такие метательные устройства состоят из стальной трубы, снаряда весом 113 г. и катушки со шнуром. Снаряд, выходит из трубы, вместе с тормозным устройством, которое помогает выходу шнура и тормозит снаряд в начальной стадии полета, а затем отсоединяется и падает на землю.

Этому устройству присущи некоторые недостатки, а именно: отдача при выстреле, невысокая точность стрельбы и взрывоопасность снаряда. Недостатки частично устраняются при применении реактивных снарядов, которые за 4 секунды доставляют 4-х мм капроновый шнур на расстояние 350 м.

Наряду с пороховыми метательными устройствами широкое распространение получили метательные устройства с использованием энергии сжатых газов, уступающих лишь пороховым устройствам.

Пневматический линемет содержит ствол, камеру со сжатым воздухом, быстродействующий клапан, баллон со сжатым воздухом и снаряд к которому присоединен линь. Рабочее давление воздуха 10 – 25 МПа (в зависимости от конструкции), дальность метания порядка 100 метров. Сейчас выпускаются пневматические линеметы ИСТА-100 (Рис.9) и ИСТА-150. Дальность стрельбы при

наклоне линемета к земле под углом 25 градусов составляет 100 метров. Кроме того, линемет может стрелять огнетушащим порошком (массой 1 кг в специальных пакетах) в очаг пожара, Например при тушении строительной бытовки достаточно 2 – 3-х зарядов.

Выпускается новейший линемет «Филин-1» - модификация ИСТО-150; имеет те же характеристики, но по массе он более легкий. П внешнему виду напоминает гранатомет. Его 2-х литровый баллон обеспечивает 7 выстрелов.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Ручные пожарные лестницы: назначение, виды, технические характеристики. Сроки и порядок испытания.

Устройство лестницы.

2. Правила техники безопасности при работе с ручными лестницами.

3. Классификация спасательных устройств.

4. Средства спасания и самоспасания: спасательные веревки, канатно-спусковые спасательные устройства, назначение, устройство, принцип действия, сроки и порядок испытания.

5. Эксплуатационная документация.

Требования

норм пожарной безопасности при работе с метательными устройствами.

6. Сравнительная характеристика аварийноспасательного инструмента зарубежного и российского производства.

7. Амортизационные спасательные устройства, спасательные рукава: назначение, устройство, принцип действия, сроки и порядок испытания.



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4  
**Пожарные рукава и рукавные базы.**  
**Оборудование для забора и подачи воды**

**Цели занятия:** Изучить назначение и классификацию пожарных рукавов. Привить практические навыки работы с пожарными рукавами рукавной арматурой. Изучить устройство ручных и лафетных стволов.

**Пожарные рукава**

**Пожарные рукава** это гибкий трубопровод, который соединяется в рукавные линии для подачи огнетушащих средств к месту тушения пожаров. Пожарные рукава классифицируются на всасывающие и напорные. (*Преподаватель показывает плакат с классификацией пожарных рукавов*) Всасывающие рукава предназначены для подвода воды от водоисточника к всасывающему патрубку насоса. Они в свою очередь подразделяются на всасывающие и напорно-всасывающие. Всасывающие резинотканевые с металлическими спиралями предназначены для работы при разрежении от открытого водоисточника, а напорно-всасывающие как от открытого водоисточника, так и под давлением от водоисточника (гидранта). Напорные рукава предназначены для транспортировки огнетушащих веществ под избыточным давлением. Они бывают непрорезиненные (льняные), латексные, прорезиненные, пластмассовые. Прорезиненные напорные рукава делятся на 4 группы прочности:

1. рукава повышенной прочности d-51, 66, 77 мм. и d-89 мм с тремя цветными просновками на расстоянии 10-15 мм. одна от другой по всей их длине;
2. рукава усиленной прочности d-51, 66, 77 и 89 мм с двумя цветными просновками по всей длине;
3. рукава нормальной прочности d- 51, 66, 77 и 89 мм с одной цветной(не черной) просновкой по всей их длине;
4. специальные d-77, 150 изготавливают без просновок, основа ткани – льняная нитка.

Для тушения пожаров в лесных зонах торфоразработках применяют рукава с регламентированным количеством просачиваемой воды (перколяцией) через стенки чехла.

**Всасывающие рукава** состоят из резинового слоя, проволочной спирали, прорезиненной ткани, манжета. Резиновый слой обеспечивает герметичность внутренней полости рукава, а также его эластичность гибкость. Проволочная спираль предотвращает деформацию рукава при разряжении во время его использования с открытого водосточника. Слои прорезиненной ткани увеличивают механическую прочность рукава от растягивающих усилий и защищают резиновые слои от истирания. На концах всасывающих рукавов имеются мягкие манжеты (без спирали) для установки и закрепления соединительных головок, которые крепятся при помощи стяжных металлических лент. На наружной поверхности рукава ставят клеймо с указанием завода-изготовителя, номера стандарта, группы, типа, внутреннего диаметра, длины и даты изготовления, а также рабочего давления. Для рукавов с морозостойкой резиной ставят букву М.

Напорные рукава состоят из чехла который ткнут или вяжут из нитей искусственных или натуральных волокон на специальных станках. Продольные нити называют основой, а поперечные – утком.

Напорные прорезиненные рукава состоят из чехла ( в которой основа синтетические волокна) и резиновой(не более 2 мм) или латексной(не более 0.6 мм) камеры. Резиновую трубу

вводят внутрь чехла предварительно смазанного резиновым клеем и далее ее вулканизируют паром под давлением (0.3-0.4 МПа при t-120-140°C в течение 40-45 мин).



На расстоянии 500 -1000 мм от каждой соединительной головки (рис. 55) на рукаве наносят краской при помощи трафарета цифры – в числителе номер пожарной части, а в знаменателе – номер рукава. Категорию годности рукава обозначают кольцевыми полосками по всей окружности рукава

Рис.55 Маркировка пожарных рукавов



Рис. 56 Примеры пожарных рукавов

## Виды испытаний.

Различают два вида испытаний всасывающих и напорных рукавов - контрольные и эксплуатационные. Контрольные испытания проводят при получении новых партий, эксплуатационные после каждого использования рукавов, при их ремонте или после навязки соединительных головок, а также (1 раз в год) в процессе длительного хранения. *Далее преподаватель рассказывает как испытывают пожарные рукава.* Напорные рукава испытывают от насоса пожарного автомобиля или другого источника подачи воды, создающих требуемый напор. Рукава укладывают в одну линию на горизонтальной площадке. Льяные перед испытанием замачивают. Перед испытанием в конце рукавной линии устанавливают заглушку с краном. После выпуска воздуха и заполнения водой в рукаве постепенно начинают повышать давление в течение 2 мин. до предельно допустимого (в соответствии с инструкцией по эксплуатации рукавов) и выдерживают 2 мин., а потом давление снижают до 0 и снова поднимают и выдерживают 3 мин. Рукава подвергшиеся гидравлическому испытанию не должны пропускать воду в местах навяз соединительных головок, иметь разрывы ткани чехла или свищи. Результаты испытаний записывают в паспорт и составляют ведомость, которую представляют в управление. Рукава не выдержавшие испытаний ремонтируются и повторно испытываются. Если они не выдержали повторного испытания они передаются на учебные и хозяйственные нужды. Если рукава непригодны их списывают, о чем составляют акт.

Всасывающие рукава испытывают только на разряжение, а напорно-всасывающие и на разрежение и на давление. Сначала насос проверяют на герметичность, а потом испытывают.

Применяют 2 способа сушки естественный и искусственный. Естественная – сушка на открытом воздухе при  $t$  не менее  $20^{\circ}\text{C}$  и влажность 75%. Искусственная осуществляется организованными потоками воздуха. При этом  $t_{\text{max}}$  для прорезиненных рукавов  $50^{\circ}$ , для льняных  $70-80^{\circ}\text{C}$  при скорости потока не более 4 м/с.

В пожарной охране существуют две системы организации эксплуатации пожарных рукавов: децентрализованная (то, ремонт, хранения запасов и учет пожарных рукавов происходит непосредственно в части) и централизованная (в оперативных подразделениях имеется 1 комплект рукавов и организуется рукавная база либо рукавные посты). Учет рукавов при ДСЭР ведут самостоятельно в пожарных частях, где на каждый рукав заводят паспорт, в котором записывают краткую техническую характеристику, время, адрес и место работы подразделения, а также техническое состояние рукава, дату и объем его ремонта. При ЦСЭР помимо паспорт ведут суточную ведомость для регистрации выдачи и замены рукавов на пожаре. В пожарных частях имеется журнал, в который записывают номера рукавов, находящихся в боевом расчете.

### **Пожарные стволы**

Пожарные стволы присоединяются на конце напорных рукавных линий. Они предназначены для формирования и направления компактных и распыленных струй огнетушащих средств, а также перекрытия потока при прекращении подачи его в очаг пожара.

В зависимости от пропускной способности и размеров делятся на:

Ручные пожарные стволы;

Лафетные пожарные стволы.

По виду подаваемого огнетушащего вещества делятся на:

Водяные;

Воздушно-пенные

Ручные пожарные стволы в зависимости от вида, формы и размеров образуемых струй подразделяются на два типа: 1 — для получения компактных струй 2 — для получения распыленных струй.

Пожарные стволы РС-50 и РС-70 для получения компактных струй имеют одинаковую конструкцию и отличаются лишь геометрическими размерами. Они состоят из соединительной

головки, корпуса конической трубы, внутри которого установлен успокоитель, сменного насадка (спрыска) и ремня для переноса ствола. Наружная поверхность корпуса имеет оплетку для термоизоляции корпуса и для удобства удерживания ствола при работе.

Из комбинированного ствола РСК-50 подают как компактные, так и распыленные струи. Стволы этого типа входят в комплект только пожарных автомобилей. При положении ручки пробкового крана вдоль оси корпуса поток жидкости проходит через центральное отверстие центробежного распылителя и далее выходит из насадки в виде компактной струи. При повороте ручки крана на  $90^\circ$  центральное отверстие перекрывается и поток жидкости из полости пустотелой пробки крана через отверстия и поступает в каналы. Через тангенциальные каналы жидкость попадает в центробежный распылитель и выходит из него закрученным потоком, который под действием центробежных сил при выходе из насадка распыляется, образуя факел с углом раскрытия  $60^\circ$ .

Ствол РСКП-50 отличается от ствола РСК-50 наличием пенной головки, позволяющей подавать пену различной кратности(от 15 до 60).

Для получения мелкораспыленной воды от комбинированного насоса применяют ручной пожарный ствол-распылитель пистолетного типа РСП. Ствол РСП наряду с подачей мелкораспыленной воды может подавать и сплошную струю воды.

На корпусе ствола закреплен стакан, образуя распылитель центробежного типа. Внутри корпуса помещен насадок, который при повороте рукоятки перемещается в продольном направлении. Ствол имеет запорное устройство, состоящее из соединительной головки, пружины и клапана. Управление запорным устройством осуществляется при помощи пускового механизма, состоящего из курка, штока с прокладкой.

Ствол работает следующим образом. Если перепускной механизм закрыт, то вода заходит внутрь клапана пробкового устройства через канал. При нажатии курка шток поднимется вверх, а прокладка отойдет от седла, пропуская воду в корпус. Сила

давления на клапан справа налево уменьшится и клапан отойдет от седла. Вода пройдет в корпус ствола и попадет во внутреннюю часть стакана, в котором получит вращательное движение. Для получения сплошной струи рукояткой поворачивают эксцентрик и переводят насадок в переднее крайнее положение.

*Лафетные стволы* применяют для получения мощных водяных или пенных струй при тушении крупных пожаров в случае недостаточной эффективности ручных пожарных стволов. Лафетные стволы подразделяются на переносные, возимые и стационарные.

Переносные лафетные стволы входят в комплект пожарных автонасосов. Переносной лафетный ствол ПЛС-20П состоит из напорных патрубков 3, приемного корпуса, фиксирующего устройства, рукоятки управления. В приемном корпусе имеется обратный шарнирный клапан, который позволяет присоединять и заменять рукавные линии к напорному патрубку без прекращения работы ствола. Внутри корпуса трубы ствола установлен четырехлопастной успокоитель. Поворотные соединения уплотнены кольцевыми резиновыми манжетами. Для подачи воздушно-механической пены водяной насадок заменяют на воздушно-пенный. Технические характеристики приведены на стр. 54.

Ствол пожарный лафетный комбинированный (ПЛС-60С) предназначен для создания и направления струи воды или воздушно-механической пены при тушении пожаров и входит в комплект пожарного автомобиля. Он изготовлен по схеме «труба в трубе» и состоит из приемного корпуса с фланцем и соединительной гайкой, ствола, насадка для воды и кожуха. Благодаря наличию обратных клапанов можно присоединять и заменять рукавную линию без прекращения работы лафетного ствола.

Принцип работы ствола следующий. По стволу, оканчивающемуся насадком с внутренним выходным отверстием диаметром 28 мм, подается компактная струя воды или раствор смачивателя. При этом рукоятка в патрубке должна находиться в положении В (вода).

При переключении рукоятки в положение П (пена) перекрываются отверстия переключателя, и подаваемый раствор пенообразователя, проходя через боковые отверстия в трубе, подсасывает воздух. В кольцевом промежутке между стволом и кожухом образуется воздушно-механическая пена, которая подается на очаг пожара.

Стволом управляет один человек, пользуясь рукояткой, которая фиксируется вентилем в положении, удобном для работы. Все поворотные соединения уплотнены кольцевыми резиновыми манжетами.

Внутри ствола установлен четырехлопастной успокоитель. Для переключения ствола имеется специальная рукоятка.

Устойчивость при действии реактивной силы, возникающей при подаче воды и стремящейся опрокинуть ствол, обеспечивается опорой, состоящей из съемного лафета, который представляет собой две симметрично изогнутые лапы с шипами.

Ствол стационарный СПЛК-20С является модификацией переносного лафетного ствола СПЛК-20П и отличается от него отсутствием приемного корпуса и опоры (лафета). Ствол устанавливают стационарно (обычно на кабинах пожарных автоцистерн) и используют для создания и направления струи воды или воздушно-механической пены при тушении пожаров.

Принцип работы пожарных лафетных стволов ПЛС-40С и ПЛС-60С аналогичен работе ствола СПЛК-20С.

Пожарные лафетные стволы ПЛС-40С, ПЛС-60С состоят из тройника, фланца для присоединения к водосточнику, разветвления, распылителя, ствола для формирования водяной струи с насадком, ствола для получения воздушно-механической пены, выпрямителя и успокоителя, смонтированных в стволе, переключающего устройства и рычагов управления. Разветвление шарнирно закреплено на приемном корпусе, который соединен с опорным фланцем. На разветвлении и тройнике укреплен механизм фиксации ствола.



## Пожарные стволы

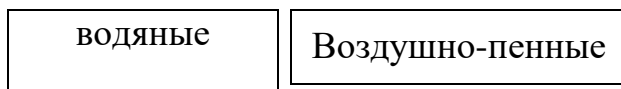
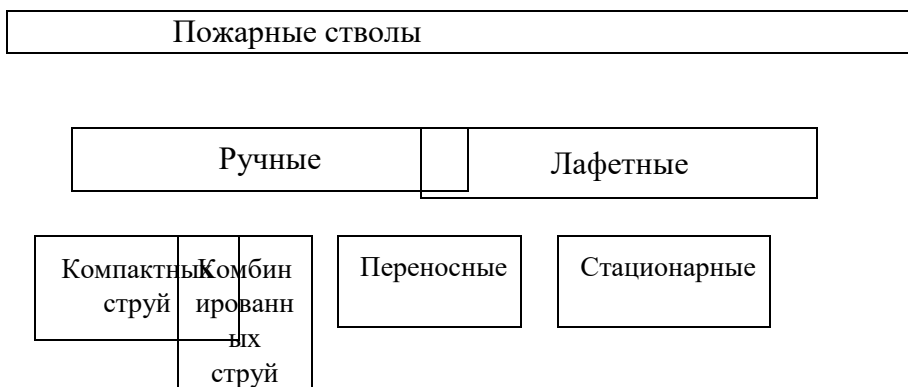


Рис.57 Классификация по виду подаваемого огнетушащего вещества.



Распыленных  
струй

Возимые

Рис.58 Классификация по пропускной способности и размеров.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5 Огнетушители и зарядные станции

### **Цели занятия:**

1. Приобрести, и отработать практические умения и навыки применения теоретических знаний принципа действия наиболее распространенных типов отечественных переносных огнетушителей, способы их зарядки, технику безопасности при зарядке и использовании их.

### **Классификация огнетушителей**

Эффективным средством предотвращения крупных пожаров являются переносные огнетушители, используемые как первичные средства пожаротушения.

Впервые как технические устройства использовались простые огнетушители, осуществляющие тушение обыкновенной водой. Их называли гидропульцами. Развитие научнотехнического

прогресса способствовало появлению огнетушителей с применением современных огнетушащих веществ и более совершенных по конструкции.

Огнетушители — технические устройства, предназначенные для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения.

Отечественная промышленность выпускает огнетушители, которые классифицируются по виду огнетушащих средств, объему корпуса, способу подачи огнетушащего состава и виду пусковых устройств.

По объему корпуса огнетушители условно подразделяют на ручные малолитражные с объемом корпуса до 5 л, промышленные ручные с объемом корпуса 5...10 л; стационарные и передвижные с объемом корпуса свыше 10 л.

К переносным огнетушителям относятся огнетушители массой до 20 кг, конструктивное использование которых обеспечивает удобство их переноски человеком. Они чаще всего состоят из корпуса (баллона) с зарядом огнетушащего вещества, запорнопускового устройства, распределительной арматуры (трубопроводов) и насадка (распылителя).

По виду применяемого огнетушащего вещества огнетушители подразделяются на:

**водные (В)** — огнетушители с зарядом воды или воды с добавками ПАВ; **воздушно-пенные (ВП)** — огнетушители с зарядом водного раствора пенообразующих добавок и специальным насадком, в котором за счет эжекции воздуха образуется и формируется струя воздушно-механической пены; **порошковые (П)** — огнетушители с зарядом огнетушащего порошка; **газовые**, которые в свою очередь делятся на:

- **углекислотные (У)** — огнетушители с зарядом двуокси углерода;

- **хладоновые (Х)** — огнетушители с зарядом огнетушащего вещества на основе галоидированных углеводородов; **комбинированные (К)** — огнетушители с зарядом двух и

более огнетушащих веществ, которые находятся в разных емкостях огнетушителя;

Водные огнетушители по виду выходящей струи ОТВ подразделяют на:

огнетушители с **распыленной струей (Р)**;

огнетушители с **компактной струей (К)**; огнетушители с **мелкодисперсной струей (М)**.

Воздушно-пенные огнетушители по кратности пены подразделяют на:

- **низкой кратности (Н)** — от 5 до 20;

- **средней кратности (С)** — свыше 20 до 200.

По принципу вытеснения огнетушащего вещества огнетушители подразделяются на:

**закачные (З)** – огнетушители, заряд огнетушащего вещества и корпус которых постоянно находятся под давлением вытесняющего газа или паров огнетушащего вещества (к закачным относятся также огнетушители, в которых огнетушащее вещество находится под давлением собственных паров); **с газовым баллоном (Б)** – огнетушители, избыточное давление в корпусе которых создается сжатым или сжиженным газом, содержащимся в баллоне, располагаемом внутри корпуса или снаружи огнетушителя; **с газогенерирующим элементом (Г)** – огнетушители, избыточное давление в корпусе которых создается в результате выделения газа в ходе химической реакции между компонентами заряда специального элемента огнетушителя; **с термическим элементом (Т)** – огнетушители, подача огнетушащего вещества в которых осуществляется в результате теплового воздействия на огнетушащее вещество электрического тока или продуктов химической реакции компонентов специального элемента; **с эжектором (Ж)** – огнетушители, подача огнетушащего вещества в которых осуществляется в результате эжекции огнетушащего вещества потоком выходящего газа.

По возможности перезарядки огнетушители подразделяются на:

**перезаряжаемые** – огнетушители, подлежащие перезарядке огнетушащим веществом после приведения его в действие; **неперезаряжаемые** – огнетушители, не подлежащие перезарядке огнетушащим веществом после приведения его в действие.

В зависимости от вида заряженного ОТВ огнетушители можно использовать для тушения загорания одного или нескольких из следующих классов пожаров горючих веществ:

- **твердых горючих веществ (А);**
- **жидких горючих веществ (В);**
- **газообразных (С);**
- **электрооборудования, находящегося под напряжением (класс Е).**

По способности тушить определенные ранги модельного очага пожара (увеличение численного значения ранга очага пожара указывает на увеличение площади модельного очага).

Пример условного обозначения: огнетушителя воздушнопенового, низкой кратности, вместимостью корпуса 10л, вытеснение огнетушащего вещества газогенерирующим элементом, для тушения загорания твердых горючих материалов ранг очага 2А и жидких горючих веществ ранг очага 55В, модели 01, климатического исполнения У2:

ОВП(Н)-10(г)-2А, 55В-01 У2

То же, огнетушителя порошкового, вместимостью корпуса 5 л, закачного, для тушения загорания пожаров твердых горючих материалов ранг очага 3А, жидких горючих веществ ранг очага 89В и газа; модели 01, климатического исполнения Т2:

ОП-5(з)-3А, 89В, С-01 Т2

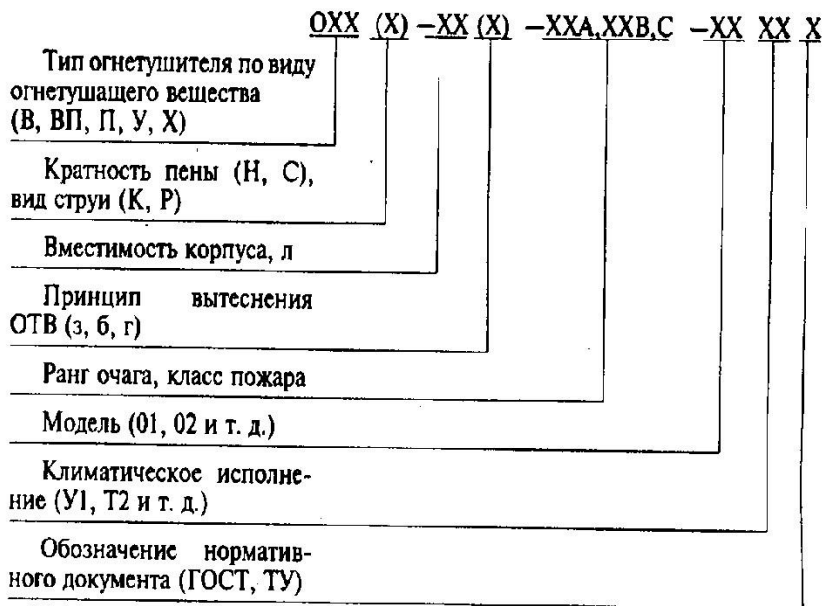


Рис. 59 Маркировка огнетушителей

## Состав заряда, принцип действия и характеристика ручных и передвижных огнетушителей.

### Конструктивные особенности воздушно-пенных огнетушителей их эксплуатация

В качестве огнетушащего вещества в воздушно-пенных огнетушителях применяется 5-6% водный раствор пенообразователя, заправленный в корпус огнетушителя. Перезарядка воздушно-пенных огнетушителей производится не реже одного раза в год. Воздушно-пенные огнетушители с зарядом на основе углеводородного пенообразователя должны перезарядаться не реже одного раза в 2 года. Воздушно-пенные огнетушители внутренняя поверхность корпуса которых защищена полимерным или эпоксидным покрытием, или корпус огнетушителя изготовлен из нержавеющей стали, или в которых фторсодержащий пенообразователь находится в

концентрированном виде в отдельной емкости и смешивается с водой только в момент применения перезаряжаются в сроки указанные заводом изготовителем, но не реже одного раза в 5 лет.

Воздушно-пенные огнетушители состоят из корпуса, баллона с рабочим газом, крышки с запорно-пусковым устройством, сифонной трубки, рукава (шланга) и воздушно-пенного насадка.

Огнетушитель работает следующим образом:

Выдернув предохранительную чеку и нажав на рукоятку запорно-пускового устройства, будет проколота мембрана пускового баллона. Под действием избыточного давления углекислого газа водный раствор пенообразователя по сифонной трубке поднимается вверх, и по рукаву через воздушно-пенный насадок, в котором распыленная струя раствора, эжектируя воздух из окружающей среды, образует на сетке пену, которая выбрасывается наружу.

Технические характеристики воздушно-пенных огнетушителей

Наименование параметров	Марки огнетушителей	
	ОВП-5	ОВП-10
Вместимость корпуса, л	5,9	10
Огнетушащее вещество	5%водный раствор пенообразователя	
Количество огнетушащего вещества, л	5	10
Масса углекислого газа в пусковом баллоне, г		75
Рабочее давление в пусковом баллоне, мПа		15
Продолжительность подачи огнетушащего вещества, с, не менее	30	40

Длина струи огнетушащего вещества, м, не менее	3	3
Кратность получаемой пены	60-100	50-70
Масса заряженного огнетушителя, кг, не более	8,2	14,5

### Пенные огнетушители.

Огнетушащий заряд ОХП состоит из двух частей: **щелочной (водный раствор двууглекислой соды  $\text{NaHCO}_3$ )**, заливаемой в корпус огнетушителя и кислотной (**смесь серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с сернокислым окисным железом  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$** ), заливаемой в специальный полиэтиленовый стакан.

Работа ОХП основана на вытеснении огнетушащего состава (химической пены) под действием избыточного давления, создаваемого углекислым газом, который образуется в процессе взаимодействия кислотной и щелочной части заряда.

Образующийся углекислый газ интенсивно перемешивает, вспенивает щелочной раствор и выталкивает его через спрыск наружу.

При тушении загораний огнетушителем ОХП необходимо: установить его в вертикальное положение, поднять и повернуть до упора пусковую рукоятку запорно-пускового устройства, опрокинуть огнетушитель вверх дном, направить струю химической пены на очаг загорания. Учитывая наличие в заряде серной кислоты необходимо проявлять максимум осторожности при работе с огнетушителем.

Технические характеристики химического пенного огнетушителя ОХП-10

Вместимость корпуса огнетушителя – 8,7 л

Масса огнетушащего заряда – 10 кг

Масса огнетушителя с зарядом – 14,5 кг

Длина струи – не менее 6 м

Кратность пены - не менее 5

Продолжительность действия – 60 с



Снегообразная масса получается из всех типов углекислотных - огнетушителей при быстром испарении жидкого диоксида углерода в раструбе. Диоксид углерода в баллоне или огнетушителе находится в жидкой или газообразной фазе. Относительное количество жидкого или газообразного диоксида углерода зависит от температуры. С повышением температуры жидкий диоксид углерода переходит в газообразное состояние и давление в баллоне резко возрастает. Во избежание разрыва баллонов их заполняют жидким диоксидом углерода на 75 %, а все огнетушители снабжают предохранительными мембранами.

### **Хладоновые огнетушители.**

Зарядами огнетушителей служат составы на основе галоидированных углеводородов; бромистого этила, бромистого метилена, тетрафтордибромэтана (хладона 114В2), трифторбромметана (хладона 13В1), диоксида углерода. Отечественная промышленность выпускает; аэрозольные огнетушители ручного типа (ОАХ, ОУБ-3; ОУБ-7А), переносные (СЖБ-50), стационарные (ОС-8М, ОФ-40, СЖБ-150).

Огнетушитель аэрозольный хладоновые ОАХ представляет собой металлический корпус, горловина которого закрыта мембраной. Над мембраной укреплен пробойник с пружиной. Для приведения огнетушителя в действие необходимо установить его на твердую поверхность, резким ударом по кнопке пробойника проколоть мембрану и направить струю на пламя. Огнетушитель ОАХ одноразового использования предназначен для тушения загораний на транспортных средствах (автомобилях, катерах) и для тушения загораний бытовых электроприборов.

### **Углекислотные огнетушители.**

Огнетушители ОУ-5 и ОУ-8 представляют собой стальные баллоны, в горловину которых на конусной резьбе ввернуты вентили с сифонными трубками.

На запорном вентиле имеется предохранительная мембрана. Раструбы огнетушителей ОУ-2 и ОУ-5 присоединены к корпусу

вентиля шарнирами. Огнетушитель ОУ-8 имеет гибкий шланг, на конце которого укреплен раструб.

Огнетушители ОУ, ОУ-2 и ОУ-5 размещают на полу или подвешивают, огнетушитель ОУ-8 — на полу или подставках.

Для приведения в действие раструб огнетушителя направляют на горящий объект и поворачивают маховичок вентиля до упора. Раструбы огнетушителей ОУ, ОУ-2 и ОУ-5 удерживают в заданном направлении за подводящие трубки 3, имеющие пластмассовое покрытие. Раструб огнетушителя ОУ-8 удерживают за рукоятку, смонтированную на подводящей трубе. Во избежание обмороживания нельзя прикасаться оголенными частями тела к раструб огнетушителя.

### **Конструктивные особенности порошковых огнетушителей их эксплуатация**

В качестве огнетушащего вещества в порошковых огнетушителях используют огнетушащие порошки общего и целевого назначения. У порошков общего назначения, основной компонент является фосфорно-аммонийные соли

Порошковые огнетушители в большинстве случаев выпускаются закачного типа, с баллоном рабочего газа или газогенерирующим элементом.

Огнетушащий порошок в огнетушителе закачного типа постоянно находится под действием избыточного давления рабочего газа (1,4 – 1,6 МПа), закаченного непосредственно в корпус огнетушителя.

Принцип действия огнетушителя основан на использовании энергии сжатого газа для азирования и выброса огнетушащего порошка. Так, при открывании запорно-пускового устройства рабочий газ вытесняет порошок, который по сифонной трубке и шлангу поступает к насадке. При тушении загораний необходимо установить или удерживать огнетушитель в строго вертикальном положении, с наветренной стороны на расстоянии, обеспечивающем безопасное эффективное тушение: 3-4 метра.

## Технические характеристики порошковых огнетушителей

Наименование параметров	Марки огнетушителей	
	ОП-5(з)	ОП-10А
Вместимость корпуса, л	5	10
Огнетушащее вещество	ПИРАНТ	ПСБ-3
Масса огнетушащего вещества, кг	5	9,5
Длина струи огнетушащего вещества, м, не менее	3,5	3
Продолжительность подачи огнетушащего вещества, с, не более	10	20
Масса заряженного огнетушителя, кг, не более	8	20
Диапазон рабочих температур	-40...+50	-40...+50

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Периодичность перезарядки огнетушителей.
2. Классы пожаров порошковых огнетушителей, заряженных порошками общего назначения.
3. Периодичность обязательной перезарядки углекислотных огнетушителей.
4. Допустимое изменение массы заряда порошковых огнетушителей.
5. Продолжительность приведения огнетушителя в действие
6. Кратность получаемой пены при работе с ОВП

7. Периодичностью испытания на прочность корпуса переносных огнетушителей.
8. Величина годовой допустимой утечки заряда ОУ –
- 9.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

### Основы эксплуатации пожарных центробежных насосов

**Цель работы:** изучить основные приемы эксплуатации и обслуживания пожарных центробежных насосов.

Эксплуатация пожарных центробежных насосов занимает, как правило, длительный период времени и осуществляется в соответствии по технической службе в пожарной охраны, паспортами на пожарные насосы, инструкциями заводов изготовителей и другими нормативными документами. Она включает такие основные этапы, как: обкатка, испытание, диагностирование, техническое обслуживание.

Обкатка пожарных центробежных насосов вызывается необходимостью подготовки насоса к восприятию эксплуатационных нагрузок и служит увеличению срока их службы. В процессе обкатки происходит улучшение качества трущихся поверхностей деталей – сглаживается начальная шероховатость, увеличивается фактическая опорная поверхность соприкасаемых деталей, вследствие чего уменьшается удельное давление и температура трущихся поверхностей, а следовательно, и их износ. В период обкатки производится также выявление возможных дефектов, связанных с качеством изготовления деталей и сборкой насосов, обкатке подлежат все новые насосы, а также насосы после текущего и капитального ремонтов.

Продолжительность обкатки новых и капитально отремонтированных насосов составляет 10 часов, насосов после текущего ремонта – 5 часов. Обкатка насосов производится на открытом водоемисточнике. Геометрическая высота всасывания при обкатке не должна превышать 1,5 м. Всасывающая линия собирается на 2 рукава. От насоса прокладывается две напорные рукавные линии диаметром 66 мм каждая на один рукав длиной 20 м со стволом РС-70 с диаметром насадков 19 мм. При этом напор, создаваемый насосом, должен поддерживаться не более 50 м. Во время обкатки необходимо следить за показаниями тахометра, манометра и вакуумметра, за температурой нагрева корпуса насоса в месте установки подшипников вала, а так же за отсутствием подтекания воды через дренажное отверстие под сальником насоса.

Через каждый час работы насоса необходимо смазывать его сальники, повернув на 2-3 оборота пресс-масленку. Мелкие неисправности, выявляемые при обкатке, устраняются немедленно. Дефекты, связанные с разборкой насоса, заменой отдельных деталей, устраняются либо заводом-поставщиком, если они возникли в течение гарантийного срока эксплуатации, а потребителем своевременно составлен акт-рекламация, либо в отряде технической службы. Гарантийный срок эксплуатации для насосов пожарных автомобилей установлен 1,5 года. Ресурс работы насоса до первого капитального ремонта – 950 часов. Норма ежегодного износа центробежного насоса, как основного материального средства установлена равной 11%.

Обкатка насосов завершается их испытанием на напор и подачу при номинальной частоте вращения вала насоса.

Испытание насосов наиболее целесообразно производить на стенде станции диагностирования в отряде технической службы. В соответствии с ГОСТ 22-929-76 уменьшение напора насоса при номинальной подаче и частоте вращения не должно быть более 5% номинального значения для новых насосов.

При отсутствии специального стенда для испытания насосов в гарнизоне пожарной службы насос испытывается в пожарной части по упрощенной методике.

Для проведения такого испытания пожарный автомобиль устанавливается на открытый водоисточник с высотой всасывания от 1,5 до 3,5 м. Всасывающая линия собирается на два всасывающих рукава с присоединением всасывающей сетки. К напорным патрубкам насоса присоединяется по одному напорному рукаву длиной 20 м диаметром 77 (89) мм и стволом со спрысками 26 (28) мм (при испытании насоса ПН-40К).

Подача воды должна производиться при показаниях тахометра 2650-2750 об/мин. При этих условиях и полностью открытых задвижках напорных патрубков напор, создаваемый насосом, по показаниям манометра должен быть 84-86 м вод. ст., что соответствует нормальной подаче насоса. Меньший из указанных напоров должен соответствовать большей высоте всасывания ( $H_{вс}=3,5$  м) и наоборот.

Уменьшение подачи насоса допускается в пределах 15% номинальной. Результаты обкатки насоса и его испытания записываются в формуляр пожарного автомобиля.

Диагностирование пожарных центробежных насосов производится с целью прогнозирования ресурса их исправной работы на основании оценки технического состояния, признаков возможных неисправностей и их симптомов, возникающих в процессе эксплуатации. Выполняется в отряде технической службы на стационарных стендах с использованием технических средств диагностирования. При этом могут определяться следующие диагностические параметры насосов: напор, подача, температура, шум, вибрация и др.

В настоящее время в отрядах и частях технической службы наибольшее применение для диагностирования технического состояния пожарных насосов нашли стенды, позволяющие определить напор, подачу и герметичность насосов (рис.18). Данный стенд содержит расходомерное устройство 1, включаемое в напорную линию насоса с помощью напорных пожарных рукавов, дифференциальный манометр 9, потенциометр 10, регулировочную арматуру 11, измерительные приборы – манометр, вакууметр с демпфирующим устройством.

Схема стенда с проверяемым насосом представлена на рис.18. Манометр и вакуумметр с демпфирующими устройствами устанавливаются на проверяемом насосе вместо штатных приборов.

Далее производится снятие полной напорной характеристики насоса, регулируя подачу воды задвижками. Частота вращения вала насоса контролируется по штатному тахометру, а при его отсутствии приставным тахометром либо стробоскопом.

Состояние щелевых уплотнений или отсутствие засорения каналов рабочего колеса определяется путем сравнительной оценки полученных значений  $H$  и  $Q$  с номинальными значениями для новых насосов.

Стенд для проверки герметичности насосов включает систему трубопроводов с кранами управления, мерной трубкой и контрольными приборами давления воды и воздуха.

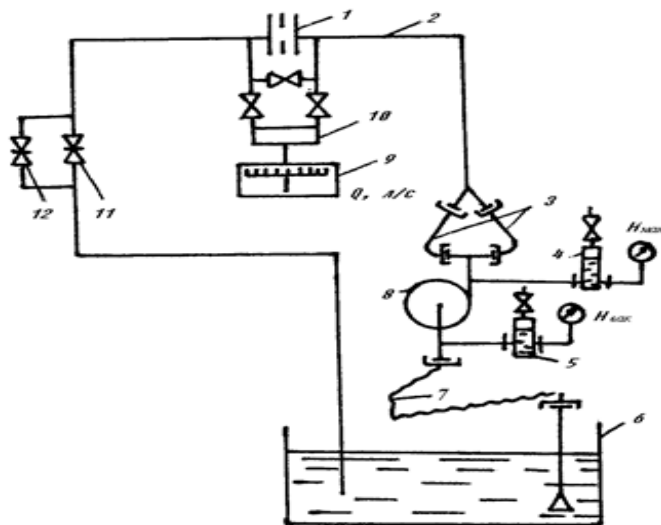


Рис. 60 Стенд для диагностирования пожарных насосов:

1 – расходомерное устройство (шайба); 2 – трубопровод; 3 – напорные рукава; 4 – демпфер для манометра; 5 – демпфер для вакуумметра; 6 – водоем; 7 – всасывающий рукав; 8 – пожарный насос; 9 – дифманометр; 10 – потенциометр (показывающий и самопишущий); 11 – регулировочная задвижка; 12 – задвижка тонкой регулировки подачи

Сущность проверки заключается в предварительном заполнении насоса водой, его герметизации, создании давления воды в насосе за счет подачи в систему трубопроводов воздуха от компрессора или ресивера и контроль за уменьшением первоначального столба воды в мерной трубке за счет ее утечки, в случае наличия неплотностей в насосе.

Испытание проводится при давлении воздуха в системе 3 МПа в течение 2 мин. Неплотности в насосе выявляются внешним осмотром по подтеканию воды в местах утечки.

Техническое обслуживание насосов включает следующие его виды: ежедневное при смене караулов, на пожаре или учении, при возвращении с пожара, ТО-1, ТО-2 и сезонное техническое обслуживание.

Ежедневно при смене караула водитель обязан проверить: чистоту, комплектность и исправность узлов, приборов и приспособлений внешним осмотром; отсутствие посторонних предметов во всасывающем и напорных патрубках; работу задвижек на водопенных коммуникациях насоса и на напорном коллекторе; наличие смазки в пресс-масленке и в корпусе насоса; отсутствие воды в насосе; наличие подсветки в вакуумном кране, лампы в патроне осветителя насосного отсека; исправность контрольно-измерительных приборов на насосе; насос на сухой вакуум.

Пресс-масленка сальников насоса заправляется солидолом «С» или смазкой ЦИАТИМ-201. Смазка подшипников насоса осуществляется маслом ТАП-15В или ТСП-14, заливаемым в корпус. Уровень масла в корпусе контролируется щупом. Замена масла производится через 100-120 часов работы насоса. Для проверки насоса на «сухой вакуум» на всасывающий его патрубок устанавливается заглушка, проверяется плотность закрытия всех задвижек, сливных краников и включается вакуум-аппарат. Разрежение, создаваемое в насосе, должно быть 73-76 КПа



(0,73-0,76 кг/см<sup>2</sup>). Падение разрежения не должно превышать

13 КПа (0,13 кг/см<sup>2</sup>) за 2,5 мин. Если насос не выдерживает данного испытания, необходимо произвести его опрессовку воздухом под давлением 200-300 КПа (2-3 кгс/см<sup>2</sup>) или водой под давлением

1200-1300 КПа (12-13 кгс/см<sup>2</sup>). **При**

**работе на пожаре или учении:**

через каждый час работы насоса смазать сальники поворотом крышки пресс-масленки на 2-3 оборота; следить за показаниями контрольно-измерительных приборов и отсутствием течи воды через дренажное отверстие;

проверять на ощупь температуру нагрева корпуса насоса в районе подшипников вала; контролировать уровень воды в водоисточнике положением всасывающей сетки, не допуская ее оголения или покрытия опавшими листьями, бросовой ветошью или другими мягкими материалами; периодически прослушивать работу насоса, обращая внимание на появление посторонних стуков, шумов, сильной вибрации; после подачи пены с использованием пеносмесителя промыть насос и коммуникации водой от цистерны или водоисточника; при окончании работы насоса слить воду, открыв слив, и установить заглушки на патрубные краны, закрыть заглушки.

**При работе в зимнее время:**

включить систему обогрева насосного отделения; не останавливать работу насоса в случае временного прекращения подачи воды в рукавные линии; после установки необходимого режима работы насоса держать насосное отделение закрытым, открывая дверцу только в случае надобности; в случае прекращения подачи воды на длительное время следует отсоединить рукавные линии и полностью слить воду из насоса.

После возвращения с пожара или учения необходимо: протереть насос, приборы и водопенные коммуникации;

заправить смазкой крышку пресс-масленки сальников; проверить уровень смазки в корпусе подшипников и при необходимости долить; устранить все дефекты, обнаруженные во время работы насоса.

### **Техническое обслуживание**

Техническое обслуживание N1 (ТО-1) по основным пожарным автомобилям проводится через 1500 км пробега, но не ранее одного раза в месяц. ТО-1 включает следующие работы:

проверку крепления насоса к раме;

проверку затяжки резьбовых соединений на насосе, коммуникациях и приборах; проверку исправности кранов, задвижек, контрольных при-

боров; неполную разборку насоса (снятие крышки), проверку крепления рабочего колеса, шпоночного соединения, очистку каналов рабочего колеса; замену масла;

выполнение работ, предусмотренных ЕТО;

испытание насоса на забор и подачу воды из открытого водоисточника.

Техническое обслуживание N2 (ТО-2) основных пожарных автомобилей проводится через каждые 7000 км общего пробега, но не реже одного раза в год. Выполняется, как правило, в отрядах (частях) технической службы. При ТО-2 выполняются все работы, предусмотренные ТО-1, и дополнительно проверяется: напор и подача насоса на стенде технической диагностики или в части по упрощенной методике, герметичность насоса и водопенных коммуникаций, правильность показаний контрольных приборов или их аттестация.

Наиболее часто встречающиеся причины неисправностей при эксплуатации пожарных центробежных насосов сведены в табл.2.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Для каких целей необходима обкатка центробежных насосов?

2. Какие требования должны выполняться при обкатке насосов?
3. Чем и как смазываются сальники насоса?
4. Как проверяется насос на «сухой вакуум»?
5. Какие неисправности возможны в насосе, если он не создает необходимого напора и не обеспечивает необходимой подачи в процессе работы?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

### Мотопомпы Цель

#### работы:

1. Изучить конструктивные особенности пожарных мотопомп.
2. Изучить возможные неисправности мотопомп и способы их устранения

**Мотопомпа пожарная** – насосный агрегат с двигателем внутреннего сгорания, укомплектованный пожарно-техническим оборудованием.

В зависимости от типа привода насосных агрегатов мотопомпы подразделяются на:

*мотонасосные агрегаты* – насосные агрегаты, в которых приводным двигателем является карбюраторный двигатель;  
*дизель-насосные агрегаты* – насосные агрегаты, в которых приводным двигателем является дизельный двигатель.

В зависимости от конструктивных особенностей и основных показателей мотопомпы классифицируются на:

*мотопомпы нормального давления*, обеспечивающие подачу воды и огнетушащих растворов при давлении на выходе до 2,0

МПа (20 кгс/см<sup>2</sup>); *мотопомпы высокого давления*, обеспечивающие подачу воды и огнетушащих растворов при давлении на выходе свыше 2,0 МПа (20 кгс/см<sup>2</sup>).

В зависимости от способа перемещения при эксплуатации мотопомпы подразделяются на:

*переносные* – мотопомпы, доставляемые к месту эксплуатации вручную (силами расчета); *прицепные* – мотопомпы, установленные на прицепе (полу-прицепе) и доставляемые к месту применения автомобильным транспортом.

### **Конструктивные особенности мотопомп.**

Мотопомпы включают в себя двигатель, насос и комплект пожарных рукавов. Пожарный насос и двигатель являются главными агрегатами мотопомпы.

Выделяют также системы, обеспечивающие устойчивое функционирование мотопомпы:

Система питания: топливный бак, фильтр топливной очистки, отстойник, карбюратор и заливочный кран.

Система охлаждения: рубашка охлаждения двигателя, трубопроводы, соединяющие рубашку охлаждения с напорной и всасывающей полостями насоса, заливочный кран, сливной кран.

Система зажигания: магнето, или аккумуляторная батарея с генератором, катушкой, прерывателем и распределителем тока, провода - низкого и высокого напряжения, свечи зажигания.

Система пуска : педаль пуска, промежуточная муфта или стартер.

Система забора воды : вакуумная кран, шибернорликовый насос МП-600А);ГВА (МП-800Б;МП-1600) , соединительные провода

Систем сцепления и управления: фрикционное сцепление(МП-1600); рычаги и приводы управления подачи топлива и воздуха(МП-800А и МП-800Б); приводы отключения цилиндра и питания топливовоздушной смесью(МП-800 Б);

включения вакуум – аппарата (МП-600А); вентили управления подачей воды на пожар; контрольно-измерительные приборы.

### Эксплуатация мотопомп

При эксплуатации мотопомпы возможны следующие неисправности (см. табл).

#### Возможные неисправности МП-800 Б

Двигатель не запускается.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Недостаточная или отсутствует подача топлива из-за засорения бензошланга или фильтра крана бензобака.</li><li>2. На дне бензобака вода.</li><li>3. Слабая компрессия</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Снять бензошланг, вывернуть кран из бензобака, прочистить, промыть и продуть их.</li><li>2. Слить воду из бензобака и поплавковой камеры карбюратора, заменить топливо.</li><li>3. Очистить от нага-</li></ol>
---------------------------	---	---

	<p>вследствие износа, поломки или залегания поршневых колец.</p> <p>4. Неисправность системы зажигания: отсутствие искры или слабая искра между электродами свечей; нагар на электродах свечей; плохой контакт проводов высокого напряжения со свечами и клеммами магнето.</p> <p>5. Неисправно магнето: замаслились или подгорели контакты преры-</p>	<p>ра и промыть поршневые кольца, поршни, цилиндры, в случае износа заменить их новыми.</p> <p>4. Отрегулировать зазор между электродами свечей до 0,6-0,7 мм;</p> <p>очистить от нагара электроды свечей, заменить свечи новыми; проверить контакты.</p> <p>5. протереть контакты прерывателя замшей, смоченной в чистом бензине, или зачистить контакты надфилем, если они подгорели; отрегулировать зазор между контактами прерывателя до 0,25-0,35 мм; при выходе из строя узлов и деталей магнето заменить его новым; заменить конденсатор.</p>
--	--	--

	вателя;	6. Установить пра-
--	---------	--------------------





	<p>разрегулировался зазор между контактами;</p> <p>износ подушечки рычага прерывателя; пробой изоляции, обрыв вторичной или первичной цепи трансформатора, пробой конденсатора.</p> <p>6. Неправильно установлено магнето или сменился угол опережения зажигания.</p> <p>7. В цилиндры попадает вода.</p> <p>8. В картере двигателя излишки горючей смеси.</p>	<p>вильно магнето, для чего: установить поршень правого цилиндра в верхнюю мертвую точку, повернуть муфту опережения зажигания так, чтобы красная метка на ней находилась в верхнем положении. Контакты прерывателя должны быть разомкнуты.</p> <p>7. Сменить прокладки под головками цилиндров. В случае выхода из строя головок цилиндра и цилиндров заменить их новыми.</p> <p>8. Открыть спускные краны картера (нижние) и декомпрессионные краны головок цилиндров, провернуть на несколько оборотов коленчатый вал двигателя, после чего произвести</p>
--	--	---

		продувку камер картера для удаления топливной смеси. Промыть в бен-
--	--	---

		зине и просушить свечи. Повторить запуск двигателя.
Двигатель работает с перебоями.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Засорение топливных каналов (жиклеров) карбюратора.</li> <li>2. Нарушена регулировка образования смеси воздуха с топливом в карбюраторе.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вывернуть винты жиклеров, прочистить и продуть карбюратор.</li> <li>2. Отрегулировать карбюратор.</li> </ol>
Не проворачивается коленчатый вал двигателя.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заклинило рабочее колесо насоса.</li> <li>2. Заклинен коленчатый вал двигателя или поршень.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снять корпус насоса, зачистить кольца корпуса и крышки насоса. При примерзании рабочего колеса в местах уплотнения произвести сушку корпуса насоса.</li> <li>2. Произвести ремонт двигателя.</li> </ol>
Стук в двигателе.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Износ поршневых пальцев или втулки шатуна.</li> <li>2. Выход из строя опорных или шатунных</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Произвести ремонт двигателя</li> <li>2. Произвести ремонт двигателя.</li> </ol>

	ПОДШИПНИКОВ коленчатого вала.	
Мотопомпа не забирает воду, нет обильной струи из диффузора вакуумapparата.	1. Всасывающая линия насоса негерметична.	1. Проверить наличие манжет в соединительных головках всасывающих рукавов и всасывающей сетки.

	<p>2. Всасывающая сетка не полностью погружена в воду.</p> <p>3. Неплотное прилегание обратного клапана к седлу корпуса вакуум-аппарата.</p> <p>4. Пригорела пробка к корпусу вакуум-аппарата.</p> <p>5. Засорилось сопло вакуумного аппарата.</p>	<p>Подтянуть ключом соединительные головки. Проверить состояние всасывающих рукавов, при обнаружении проколов и разрыва заменить их новыми. Произвести подтяжку гаек насоса вакуум-аппарата и цилиндров в местах соединений.</p> <p>2. Погрузить всасывающую сетку в воду не менее чем на 200 мм.</p> <p>3. Вывернуть пробку обратного клапана, проверить состояние пружины и притереть клапан к седлу корпуса вакуум-аппарата.</p> <p>4. Извлечь пробку, очистить ее от нагара.</p> <p>5. Отсоединить диффузор и прочистить сопло вакуум-аппарата. 6. Закрыть краники.</p>
--	--	---

	<p>6. Открыты спускные краники насоса и цилиндров.</p> <p>7. Износ сальников насоса.</p> <p>8. Геометрическая вы-</p>	<p>7. Произвести демонтаж насоса и сменить сальники. 8. Уменьшить высо-</p>
--	---	---

	сота всасывания более 5 м.	ту всасывания.
Мотопомпа забирает воду, но при повороте рукоятки вакуум-аппарата в сторону глушителя прекращается подача воды в напорную линию.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Утечка масла из маслосистемы трехрежимного ограничителя оборотов.</li> <li>2. Неисправная свеча зажигания левого цилиндра.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Произвести дозаправку маслосистемы трехрежимного ограничителя оборотов.</li> <li>2. Заменить свечу.</li> </ol>
Не работает система охлаждения двигателя.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Засорилась система охлаждения двигателя.</li> <li>2. Засорилась всасывающая сетка.</li> <li>3. На рукавной линии насоса мотопомпы отсутствует пожарный ствол.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Открыв спускные краники осуществить промывку системы охлаждения.</li> <li>2. Очистить всасывающую сетку от ила и грязи.</li> <li>3. Установить пожарный ствол.</li> </ol>



<p>Мотопомпа не создает требуемый напор (подача ниже нормы), при полностью открытой заслонке карбюратора. Двигатель работает неустойчиво под нагрузкой.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Утечка масла из маслосистемы трехрежимного ограничителя оборотов.</li> <li>2. Повреждение прокладки между цилиндрами и картером.</li> <li>3. Износ сальников коленчатого вала.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Произвести дозаправку маслосистемы трехрежимного ограничителя оборотов.</li> <li>2. Снять цилиндры и заменить прокладки.</li> <li>3. Заменить сальники коленчатого вала.</li> </ol>
---	---	---

## Эксплуатация мотопомпы “ГЕЙЗЕР”

### Порядок работы

Установить мотопомпу на горизонтальную твердую поверхность (наклон при установке не должен превышать  $10^0$ ), так чтобы геометрическая высота всасывания не превышала 7 метров.

Собрать всасывающую и напорную линии, так чтобы всасывающая сетка была полностью погружена в воду не менее чем на 0,5 метра. Проверить плотность закрытия всех кранов и вентилях насоса.

Произвести внешний осмотр мотопомпы на предмет ее комплектности и повреждений. Ручка управления сцепления должна находиться в положении “0” (сцепление выключено).

Проверить уровень: масла в картере двигателя и шарикоподшипниковом узле насоса, электролита в аккумуляторной батарее и уровень охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя.

Открыть топливный краник и подкачать топливо в карбюратор с помощью привода бензинового насоса двигателя.

Перевести гашетку управления воздушной заслонкой в верхнее положение (заслонка закрыта). Включить клавишу

зажигания (при этом должна загореться контрольная лампа зарядки аккумуляторной батареи).

Запустить двигатель, нажав на кнопку стартера (при работающем двигателе контрольная лампа зарядки аккумулятора должна погаснуть).

После запуска двигателя прогреть (по возможности) его до температуры 40-50<sup>0</sup> С и включить сцепление переводя рукоятку в положение “Г”. При включенном сцеплении начинает работать центробежный насос и вакуумная система водозаполнения, при давлении в насосе 1,5-2 кгс/см<sup>2</sup> вакуумная система должна автоматически отключаться. ***Запрещается работа мотопомпы с включенным насосом без воды более 1 мин.***

Гашеткой управления дроссельной заслонкой карбюратора создать давление на выходе из насоса (по манометру) 5-6 кгс/см<sup>2</sup> и плавно открыть напорный вентиль (вентили).

При достижении температуры двигателя 70-80<sup>0</sup>С открыть воздушную заслонку карбюратора, переведя гашетку управления в нижнее положение.

Регулировать режим работы мотопомпы (давление на выходе из насоса) гашеткой управления дроссельной заслонкой.

В процессе работы мотопомпы необходимо контролировать температуру охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя в пределах 85-90<sup>0</sup>С, напор и подачу насоса (давление на насосе должно быть не менее 1,5 кгс/см<sup>2</sup>), давление масла в двигателе (по контрольной лампочке) и следить за тем, чтобы всасывающая сетка была полностью погружена в воду.

По окончанию работы с мотопомпой необходимо:

- уменьшить давление на выходе из насоса до 2-3 кгс/см<sup>2</sup>;
- выключить сцепление, установив рукоятку сцепления в положение “0”;
- уменьшить обороты двигателя, переведя гашетку управления дроссельной заслонкой в нижнее положение;
- открыть сливной краник и слить воду из внутренней полости насоса, а при эксплуатации в зимний период также слить

воду из теплообменного аппарата (специального радиатора) двигателя;

- отсоединить всасывающие и напорные рукава;
- проверить уровень охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя и уровень масла в картере двигателя и шарикоподшипниковом узле насоса;
- устранить все дефекты, замеченные во время работы мотопомпы.

В начальный период эксплуатации для приработки трущихся деталей мотопомпа должна пройти предварительную обкатку в течении 30 часов на режимах указанных в таблице 2

Режимы обкатки МП-13/80 “Гейзер”

Таблица 2

Давление на выходе из насоса, кгс/см <sup>2</sup>	Подача насоса, л/с	Продолжительность работы, час
3-4	3-6	10
5-6	3-6	10
6-8	6-8	5
6-8	8-10	5

После обкатки мотопомпы необходимо:

- заменить масляный фильтр и масло в двигателе;
- отрегулировать обороты холостого хода двигателя;
- подтянуть гайки шпилек крепления головки к блоку цилиндров двигателя;
- проверить крепление генератора, специального радиатора, опор двигателя, системы выпуска выхлопных газов и картера сцепления к двигателю;
- проверить, а при необходимости отрегулировать натяжение ремня вентилятора.

Техническое обслуживание

Для обеспечения безотказности работы предприятияизготовитель пожарной мотопомпы предусматривается три вида технического обслуживания: ежедневное техническое обслуживание; техническое обслуживание №1 (ТО-1), проводимое через каждые 100 часов работы мотопомпы; техническое обслуживание №2 (ТО-2), проводимое через каждые 200 часов работы мотопомпы.

При ежедневном техническом обслуживании необходимо:

- произвести внешний осмотр мотопомпы на предмет ее комплектности и чистоты, обратив особое внимание на отсутствие подтекания масла, топлива и охлаждающей жидкости;

- проверить уровень охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя;

- проверить уровень масла в картере двигателя и шарикоподшипниковом узле насоса;

- проверить плотность и надежность присоединения проводов к клеммам аккумуляторной батареи;

- проверить и при необходимости отрегулировать натяжение ремня вентилятора, генератора и водяного насоса двигателя;

- проверить плавность перемещения гашеток управления заслонками карбюратора.

При техническом обслуживании № 1 необходимо:

- выполнить работы по ежедневному техническому обслуживанию;

- проверить надежность крепления стартера, генератора и бензонасоса к двигателю;

- произвести очистку сетчатого фильтра бензонасоса;

- проверить, а при необходимости отрегулировать зазоры клапанов двигателя;

- осмотреть, а при необходимости зачистить контакты прерывателя в распределителе зажигания двигателя;

- отрегулировать (при необходимости) зазор в прерывателе и проверить установку зажигания;

- зачистить выводные контакты аккумуляторной батареи и зажимные контакты проводов;

- проверить уровень и плотность электролита в аккумуляторной батарее.

При техническом обслуживании №2 необходимо:

- выполнить работы по техническому обслуживанию № 1;

- произвести замену масляного фильтра и масла в двигателе;

- провести замену масла в шарикоподшипниковом узле насоса;

- промыть систему охлаждения двигателя с заменой охлаждающей жидкости.

Наиболее характерные неисправности мотопомпы изложены в таблице:

Возможные неисправности МП-13/80 “Гейзер” и методы их устранения

Наименование неисправностей, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
Вакуумная система не обеспечивает заполнение всасывающей линии и насоса водой	1. Открыт сливной кран. 2. Всасывающая линия не герметична.	1. Закрывать кран. 2. Проверить наличие уплотнительных манжет всоединительных

	3. Всасывающая сетка не полностью погружена в воду.	головках и состояние всасывающих рукавов. 3. Погрузить сетку не менее, чем на 0,5 м.
	4. Мембраны вакуумного насоса загрязнены или изношены. 5. Засорена всасывающая сетка. 6. Расслоение всасывающих рукавов.	4. Очистить мембраны, проверить и при необходимости заменить. 5. Очистить всасывающую сетку. 6. Заменить неисправные рукава.
При работе насоса происходит частое включение и отключение вакуумного насоса	Срыв напора в результате недостаточного заглубления всасывающей сетки	Погрузить сетку не менее чем на 0,5 м.
При работе насоса снизилась подача, стрелка мановакуумметра сильно колеблется	1. Засорение всасывающей сетки 2. Подача насоса превышает допустимую величину для данной высоты всасывания	1. Очистить всасывающую сетку 2. Уменьшить подачу насоса

При работе насоса наблюдаются стуки и вибрация	1. Ослабли болты крепления насоса 2. Изношены подшипники вала насоса 3. Повреждены рабочие колеса насоса 4. В полость насоса попали посторонние предметы	1. Подтянуть болты 2. Заменить подшипники 3. Заменить рабочие колеса 4. Удалить посторонние предметы
Из дренажного от-	Нарушение герме-	Заменить уплотне-
верстия стружкой течет вода	тичности торцевого уплотнения	ние

*Примечание:* неисправности двигателя и его агрегатов изложены в руководстве по эксплуатации двигателей ВАЗ 1113 и ВАЗ 2108.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Определение и классификация насосов;
2. Принцип действия и устройство динамических насосов;
3. Принцип действия и устройство объемных насосов;
4. Классификация и основные элементы устройства центробежных насосов, их назначение;
5. Основные рабочие параметры центробежного насоса. Понятие кавитации;
6. Основные характеристики центробежного насоса, принцип действия.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

### **Пожарная техника на базе летательных аппаратов, плавучих и железнодорожных транспортных средств и тактические действия, проводимые при ведении аварийноспасательных работ**

**Цель работы:** Изучить назначение и классификацию пожарных судов

#### **Назначение и особенности применения летательных средств**

Комплексы противопожарные вертолетные с водосливным устройством ВСУ-15 на внешней подвеске вертолета Ми-26ТС и комплекс противопожарный вертолетный ВПЖ-2 предназначены для тушения и локализации пожаров в степной, лесостепной, лесной местностях, в районах торфяников, гор, а также в населенных пунктах и на промышленных объектах, Кроме этого возможно использование для доставки к месту пожара десанта



пожарных, пожарной техники и пожарно-технического вооружения

Комплекс противопожарный вертолетный ВПЖ-2 представляет собой вертолет Ми-26ТС с установленным внутри грузовой кабины съемным оборудованием.

Вертолет пожарный МИ-8МЦМТВ) предназначен для тушения пожаров в населенных пунктах, на промышленных объектах, а также лесных пожаров. Противопожарное оборудование состоит из двух пусковых установок (по левому и правому борту) с импульсными средствами пожаротушения, мягкого водосливного устройства на внешней грузовой подвеске и регулируемых спусковых устройств (СУ-Р), обеспечивающих беспарашютное десантирование шести пожарных.

Пожарный вертолет КА-32А1 применяется для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в любое время суток, в простых и сложных метеоусловиях.

Спасательное снаряжение и оборудование вертолета КА-32А1

1 Морской спасательный комплект МСК-5 применяется на вертолете в качестве спасательного снаряжения спасателей, обеспечивает жизненные условия при выполнении АСР на водоемах, Спасательный пояс с спасательной косынкой предназначены для подъема спасаемых на борт вертолета или переноса вертолетов в безопасной подвесная система предназначена -для подъема и спуска спасателей

Тормозной блок предназначен для выполнения десантирования людей и грузов в режиме «висение» вертолета.

Универсальный гидравлический инструмент «ЭКОНТ» применяется при извлечении пострадавших из зданий, сооружений и транспортных средств, поврежденных в результате катастроф, аварий и стихийных бедствий в транспортно-спасательные кабины ТСК; предназначены для эвакуации людей с крыш, балконов или оконных проемов верхних этажей, а так же для доставки пожарных и ПТВ, к местам тушения пожаров и проведения АСР. На ТСК-2 и

ТСК-3 могут быть установлены быстросъемные поплавки для использования их на воде.

ТСК-1 предназначена для 2 человек. Работы с ТСК.-1 производятся с использованием бортовой лебедки вертолета. К месту пожара кабина доставляется в кабине вертолета. Вес 68 кг.

ТСК-2 предназначена для спасения 20 человек. При спасении людей кабина перевозится на внешней грузовой подвеске. При работе на воде кабина Оборудуется поплавками. Грузоподъемность 2000 кг. Вес 450 кг.

ТСК-3 предназначена для спасения 10 человек. При спасении людей кабина перевозится на внешней грузовой подвеске. Может быть оборудована. Грузоподъемность 1000 кг. Вес 135 кг.

7. Водосливные устройства предназначены для тушения открытых пожаров'больших площадей с использованием вертолетов. доставляются к месту пожара на внешней подвеске вертолета.

### **Пожарные суда, их назначение, классификация и ТТХ**

Пожарные суда предназначены для оказания помощи плавсредствам и береговым объектам при пожаре. Пожарные суда доставляют к месту пожара боевой расчет, пожарно-техническое вооружение и огнетушащие вещества, осуществляют их подачу в зону горения. Используются как базовое средство обеспечения водой пожарных автомобилей в прибрежной зоне.

#### *Классификация пожарных судов*

Пожарные суда являются подклассом спасательных судов средств и относятся к служебно-вспомогательному флоту:



Рис.61 Классификация пожарных судов

*Морские пожарные суда* предназначены для тушения пожаров на судах в море, в портах и на рейдах, а также на береговых сооружениях и нефтепромыслах. Обладают хорошими маневренными качествами и мореходностью.

*Базовые пожарные суда* являются разновидностью морских пожарных судов и предназначены для тушения пожаров в районе баз и портовых сооружений. Эти суда имеют небольшие дальность плавания и водоизмещение, но по составу противопожарных средств и их производительности зачастую не уступают морским пожарным судам.

*Речные пожарные суда* имеют схожее назначение с морскими и базовыми пожарными судами. Вследствие малой осадки и габаритных размеров речные пожарные суда способны заходить в реки, каналы.

Речные пожарные суда в зависимости от района плавания разделяются на классы: М, О, Р, Л.

Суда класса "М" предназначены для плавания в акватории с высотой волны до 3 метров и длиной 40 метров. Подобные условия плавания встречаются в морских заливах, устьях больших рек и в крупных озерах. Кроме этого, суда класса "М" могут плавать в прибрежной зоне открытых бассейнов (морей и океанов), так как имеют достаточную высоту надводного борта и соответствующее навигационное оборудование.

Суда класса "О" способны плавать на волне с высотой 2 метра и длиной до 20 метров (крупные водохранилища, озера, заливы и низовья рек).

Для судов класса "Р" плавание возможно в закрытых бассейнах (средние и нижние плесы крупных рек, некоторые спокойные озера и каналы), где высота и длина волны достигает 1.2 метра и 12.5 метра соответственно.

Суда класса "Л" могут эксплуатироваться в водоемах, где отсутствуют заметные волнения, например, верховья крупных рек, каналы и мелкие реки.

Кроме перечисленных функций пожарные суда доставляют боевой расчет, пожарно-техническое вооружение и огнетушащие средства привлекаются к спасанию тонущих людей, буксируют горящие суда в безопасные места, откачивают воду из затопленных судов.

Наличие на пожарных судах пенообразователя и аппаратов для получения воздушно-механической пены обеспечивает возможности тушения пожаров нефтепродуктов.

Постройка и эксплуатация пожарных судов должна соответствовать требованиям классификационных обществ. Для отечественных морских и речных пожарных судов подобные требования предъявлены Морской [13] и Речной [14] Регистры судоходства России соответственно. Зарубежные пожарные суда классифицируются Германским Ллойдом. Американским бюро судоходства. Английским Ллойдом. Итальянским регистром. Норвежским Веритас и другими классификационными обществами. Их требования к водяным системам пожаротушения практически.

### **Требования, предъявляемые к пожарным судам**

Классификационные общества осуществляют государственный надзор за постройкой, эксплуатацией и ремонтом пожарных судов.

Согласно предъявляемым требованиям, пожарное судно должно обладать определенными мореходными, эксплуатационными и тактическими качествами.

Мореходные качества характеризуют способность судна плавать при определенных условиях. К мореходным качествам относят: плавучесть, остойчивость, непотопляемость, ходкость, период качки, управляемость. К эксплуатационным качествам относятся: грузоподъемность и автономность.

*Плавучесть* - способность плавать при определенном положении относительно поверхности воды, неся все предназначенные по его роду службы грузы, и иметь при этом заданное погружение (осадку).

Во время эксплуатации судно по тем или иным причинам может получить пробоину, через которую внутрь корпуса будет поступать вода. Поэтому, наряду с водоизмещением судна, важно знать запас его плавучести, т.е. количество груза, которое может быть принято на судно, чтобы оно не затонуло. Подобно тому как мерой плавучести судна является объем, ограниченный его подводной поверхностью, запас плавучести измеряется объемом надводной части судна, причем сюда относят только те отсеки, водонепроницаемость которых обеспечена.

*Остойчивость* - способность судна сохранять свое положение равновесия и вновь возвращаться к нему после того, как прекратится действие внешних сил, вызвавших изменение положения судна (например, порыв ветра, удар волны).

*Непотопляемость* - способность судна оставаться на плаву после затопления части отсеков, сохраняя при этом остойчивость и частично другие мореходные качества. Она обеспечивается запасом плавучести, который равен внутреннему объему надводной части корпуса, имеющего водонепроницаемые закрытия.

Пробоины в корпусе выше ватерлинии, а также открытые иллюминаторы в надводной части снижают запас плавучести, т.к. водонепроницаемый надводный объем уменьшается до нижней кромки этих отверстий.

*Ходкость* - способность судна перемещаться с заданной скоростью при наименьших затратах мощности главных двигателей (ГД).

Для судов водоизмещающего типа существует квадратическая зависимость между сопротивлением воды и скоростью движения и кубическая между мощностью ГД, затрачиваемой на преодоление сопротивления, и скоростью движения судна. Повышение скорости водоизмещающего судна выше заданной обычно влечет за собой повышение сопротивления движению настолько, что требуется значительно увеличить мощность энергетической установки. Для увеличения скорости водоизмещающего судна, например, в 1,5 раза необходимо увеличить мощность ГД в 3.5 раза, а это не всегда возможно.

Чтобы увеличить скорость судна при заданной мощности ГД, необходимо снизить сопротивление воды движению судна. Такое снижение, при условии сохранения водоизмещения, может быть достигнуто выбором оптимальной формы обводов корпуса, уменьшением шероховатости его обшивки или за счет сокращения смоченной поверхности судна. Третий путь наиболее эффективный. Смоченная поверхность и соответственно сопротивление воды движению сводятся к минимуму у судна, которое за счет использования каких-либо сил поднимается над водой и движется над ее поверхностью. Силы, способные поднять корпус судна над водой, - это гидродинамические силы поддержания, используемые на глиссирующих судах и на СПК, а также силы давления воздуха, подаваемого в полость находящейся под днищем судна воздушной камеры - СВП.

*Период качки* характеризует частоту раскачивания судна на волнах в продольной (диаметральной<sup>6</sup>) плоскости - «килевая качка» и поперечной (мидельшпангоута) плоскости - "бортовая качка".

*Управляемость* судна характеризуется двумя качествами: поворотливостью и устойчивостью на курсе.

*Поворотливостью* называют способность судна изменять направление движения. Под устойчивостью на курсе, напротив, понимают способность сохранять заданное направление движения.

Устойчивость судна на курсе тем лучше, чем оно длиннее и чем больше площадь погруженной части диаметральной плоскости. Морская практика связывает степень устойчивости на курсе с тем, как часто и на какой угол приходится переключать руль для удержания судна на курсе. Судно считается устойчивым на курсе, если при состоянии моря и ветра не более 3-5 баллов для его удержания на заданном курсе необходимо переключать руль не чаще 4-6 раз в минуту и притом не более 2-3 градусов на каждый борт.

*Грузоподъемность* - масса перевозимого груза (масса огнетушащих веществ и ПТО), который может быть принят на борт при установленной осадке.

*Автономность* - максимальная продолжительность плавания судна с работающими ГД без пополнения запасов топлива, смазочных материалов, продовольствия и воды.

Тактические качества пожарного судна - комплекс оперативных возможностей по тушению пожаров, проведению спасательных работ, а также скорость прибытия к месту пожара в максимально короткий срок.

Пожарные суда должны быть однопалубными и иметь прочный стальной корпус.

Форштевень должен быть прочным и острым, а носовая часть иметь плавные обводы. Это требование вызвано тем обстоятельством, что пожарным судам при тушении пожаров иногда приходится таранить деревянные баржи и затоплять их.

Пожарные суда должны обладать повышенной непотопляемостью. Корпус следует разделять на несколько непроницаемых отсеков.

Пожарные суда должны иметь повышенную маневренность. Хорошую маневренность могут обеспечивать двухвальные ходовые машины, а также специально-устроенные водометы. Для водометных установок могут быть использованы пожарные насосы.

Для обеспечения беспрепятственного прохода под мостами мачты судов должны быть опускающимися.

По периметру пожарного судна следует предусматривать бортовые водяные завесы для обеспечения безопасности при работе вблизи горящих объектов.

Двигатели силовой установки необходимо обеспечивать надежными пусковыми устройствами. Дизельные моторы должны иметь двойной запуск: от аккумуляторов при помощи стартеров и при помощи сжатого воздуха. Управление двигателями обеспечивается как из машинного отделения, так и дистанционно - из ходовой рубки.

Ходовые винты должны иметь защиту.

Пожарные центробежные насосы должны иметь отдельные двигатели, однако в некоторых случаях допускается использование главных ходовых двигателей. Крутящий момент на вал насоса в этом случае передается через коробку отбора мощности.

На пожарных судах устанавливаются не менее двух лафетных стволов. Лафетные стволы должны размещаться на палубе полубака (носовая часть судна) и на верхней палубе носовой части. Если количество стволов больше двух, то стволы можно размещать также на мостике и на площадке фермы мачты. В случае использования в качестве лафетных стволов мощных гидромониторов привод необходимо предусматривать механический электрические моторы с редукторами).

Ведущие классификационные общества разработали также комплекс требований к конструкции и мощности систем пожаротушения, устанавливаемых на пожарных судах, буксирах и судах обеспечения морских нефтегазопромыслов. При этом в символ класса такого судна вводится специальный знак, свидетельствующий о возможности использования его для целей пожаротушения. В результате пожарное оборудование, предназначенное для защиты терпящих бедствие судов, постоянно находится под надзором классификационного общества, чем обеспечивается поддержание его готовности к использованию по назначению.

Необходимо также отметить, что противопожарные системы являются важнейшим оборудованием портов, без которого невозможно обеспечить требуемый уровень безопасности



коммерческих судов в процессе грузовых операций и ремонта. Это подтверждается результатами анализа тушения пожаров на судах: экипажи аварийных судов самостоятельно ликвидируют пожары лишь в 30 % случаев;

80 % пожаров в судогрузных трюмах и 20 % в грузовых танках потушено с помощью других судов и береговых пожарных подразделений; судовые средства пожаротушения и подготовка экипажей

танкеров недостаточны для тушения большинства пожаров в грузовых танках. 63 % таких пожаров ликвидировано без участия экипажей и без применения судовых средств пожаротушения;

судовые средства эффективны в начальной стадии пожара и в помещениях, оборудованных системами объемного пожаротушения (например, в машинных отделениях), среднее время тушения ими составляет 2 часа; все остальные пожары, принявшие затяжной характер тушатся с посторонней помощью или без участия судовых сил и средств, среднее время их тушения составляет примерно 25 часов.

Известно, что страховые общества рассматривают пожарные суда как существенное средство предотвращения ущерба. Так. приобретение и постановка на боевое дежурство пожарных катеров НМ-221 SAS (водоизмещением 35.5 т) привело к снижению страховых взносов с береговых объектов, попадающих в зону их обслуживания, на 8 % по сравнению с условиями страхования в предшествующий период. В связи с изложенным Морским Регистром судоходства России введен надзор за оборудованием, находящимся на пожарных судах (в том числе ограниченного района плавания). Его объем определяется назначением судна и зависит от классификационного знака.

Знак П: Суда, как правило, ограниченного района плавания, предназначенные для тушения пожаров в начальной стадии и проведения спасательных операций в непосредственной близости от горящих объектов, водоизмещением до 500 рег. т.

Суда, оборудованные более мощными системами пожаротушения, получают в символе класса знаки П1, П2 и П3. Мощность и количество пожарного оборудования в основном

соответствуют известным требованиям других классификационных обществ.

Знак П1: Суда для длительного тушения значительных пожаров и охлаждения объектов.

Знак П2: Такие же суда, как и со знаком П1, но с более многочисленным и мощным пожарным оборудованием.

Знак П3: Суда неограниченного района плавания, предназначенные для тушения длительных пожаров и проведения аварийно-спасательных работ.

Минимальный объем средств и оборудования для пожарных судов разных классов приведен в табл. 2 приложения.

Аналогичный знак в символе класса может присваиваться другим судам, пожарное оборудование и снабжение которых соответствует требованиям к подобным пожарным судам.

## **Пожарные поезда, назначение, общее устройство, ТТХ 1.**

### **Классификация пожарных поездов**

В зависимости от своих тактических и технических возможностей пожарные поезда подразделяются на три основные группы: универсальные, первой и второй категории. Как правило, подобное деление на группы подразумевает различное количество сцепленных вагонов\*.

\*Здесь и далее по тексту необходимо иметь в виду, что любой пожарный поезд, как таковой, не имеет локомотива. Последний назначается из числа исправного парка железной дорога и прибывает только после получения вызова на пожар по указанию начальника дистанции пути.

Универсальный пожарный поезд состоит из пяти вагонов: штабного вагона, вагона - насосной станции с электроустановкой, вагона-гаража и двух цистерн-водохранилищ.

Пожарный поезд первой категории имеет схожую комплектацию, за исключением того, что штабной вагон и вагоннасосная станция объединены.

Пожарный поезд второй категории содержит три вагона - нет вагона-гаража.

Для достижения большего огнетушащего эффекта с пожарным поездом может сцепляться транспортная система комбинированного пожаротушения (ТСКП) на четырехосной железнодорожной платформе. В этом случае, в вопросах содержания и обслуживания ТСКП, данный состав руководствуется соответствующими инструкциями.

## **2. Организация деятельности пожарных поездов и их караулов**

Порядок формирования и размещения пожарного поезда

Пожарный поезд создается на отделениях железных дорог по согласованию с Управлением военизированной охраны МПС России. Он укомплектовывается личным составом в соответствии с утвержденным МПС типовыми штатными нормативами и оснащается пожарной техникой, снаряжением, пожаротехническим вооружением, инструментом, огнетушащими веществами, средствами сигнализации и связи, имуществом индивидуальной защиты и всем другим, необходимым для работы звеньев газодымозащитной службы.

Пункт стоянки и участки выезда пожарного поезда устанавливаются начальником железной дороги по согласованию с управлением военизированной охраны МПС России.

Пожарный поезд размещается на крупной станции (грузовой, пассажирской, сортировочной, участковой), на которой имеется рабочий локомотивный парк. При этом участок выезда определяется из расчета времени (не более 1.5 часа), необходимого для доставки пожарного поезда на конечный пункт, ограничивающий участок, с радиусом выезда не более 100км.

Место стоянки пожарного поезда на строящейся или реконструируемой станции должно предусматриваться в проекте, а на действующей - определяться комиссией. Комиссия назначается приказом начальника отделения дороги, в состав которой входят специалисты локомотивного хозяйства, перевозок, движения, пути водо- и электроснабжения, связи и военизированной охраны.

Место стоянки пожарного поезда обычно располагается на путях с двусторонним выходом, вблизи расположения пожароопасных объектов станции. В тех случаях, когда пожарный поезд входит в состав стрелково-пожарной (пожарной) команды, его место стоянки должно находиться на расстоянии не более 500 метров от указанного подразделения.

Существует также ряд жестких требований по оборудованию места стоянки пожарного поезда развитыми коммуникациями и инфраструктурой. В частности, место стоянки должно быть оснащено стационарными бытовыми помещениями: для хранения топлива и горюче-смазочных материалов, мастерской для обслуживания и ремонта пожарного оборудования, камерой дымоокуривания для тренировок звеньев ГДЗС, туалетом и другими бытовыми помещениями. Вблизи поезда должны находиться: водопровод с пожарным гидрантом, линия электроснабжения напряжением 220 или 380 вольт и линия телефонной связи.

Постановка другою подвижного состава на путь стоянки пожарного поезда не допускается.

Другие бытовые помещения предусмотрены типовым проектом, утвержденным МПС для конкретного пожарного поезда.

Водопровод, гидранты и другое оборудование системы водоснабжения состоят на балансе отделения железной дороги.

Передислокация пожарного поезда из одного пункта в другой производится:

в пределах дороги - по указанию начальника железной дороги после согласования с Управлением военизированной охраны МПС;

в пределах нескольких дорог - по указанию МПС России.

### **Несение службы на пожарном поезде**

Вопросы организации и несения пожарной службы, проведения пожарно-профилактической работы, обязанности должных лиц на пожарном поезде определяются «Наставлением по

организации службы в пожарных подразделениях военизированной охраны Министерства путей сообщения (МПС)» и «Наставлением по организации и проведению пожарнопрофилактической работы на железнодорожном транспорте».

Непосредственное руководство деятельностью пожарного поезда осуществляется отрядом и службой военизированной охраны железной дороги.

За постоянную боевую готовность пожарного поезда, профессиональную подготовку личного состава и правильную организацию пожарной службы несут ответственность - начальник пожарного поезда, (начальник стрелково-пожарной команды, его заместитель по пожарно-технической части) и начальник дежурного караула; за оснащение пожарного поезда в соответствии с табелем - начальник отряда, начальник службы военизированной охраны дороги.

В целом, пожарный поезд имеет структуру организации отрядной пожарной части. Здесь также на несении круглосуточной четырехсменной службы назначается четыре караула. Боевой расчет каждого из них насчитывает 6-8 человек (приложение 4). При выезде на тушение он может пополняться за счет:

личного состава военизированной охраны, несущего службу на постах, объектах и в парке станции, на которой дислоцируется пожарный поезд; свободных от дежурства работников пожарного поезда, проживающих вблизи его стоянки, а также за счет членов добровольных пожарных дружин (ДПД), подготовленных для включения в боевые расчеты.

В пожарном поезде создаются звенья газодымозащитной службы (ГДЗС), состоящие из 3-5 человек и входящие в дежурные караулы. Вопросы организации и порядок действий звена ГДЗС при ликвидации пожара, последствий аварии и других чрезвычайных ситуаций определяются Типовым наставлением по газодымозащитной службе в пожарных подразделениях военизированной охраны МПС.

### **Вызов, отправление и следование пожарного поезда**

Для сообщения о пожаре и передачи оперативных донесений о ходе их ликвидации начальствующему составу пожарного поезда предоставляются права пользования всеми видами железнодорожной связи, подачи служебных телеграмм и ведение телефонных переговоров по категории «вне очереди».

Вызов пожарного поезда на место пожара или чрезвычайного происшествия производится только через поездного диспетчера или дежурного по станции.

При получении извещения о пожаре от караула пожарного поезда, локомотивной или поездной бригады пассажирского поезда, работников служб и предприятий железной дороги, органов пожарного надзора МВД, поездной диспетчер немедленно докладывает об этом дежурному по отделению, совместно с ним определяет какой (какие) пожарные поезда высылать на место происшествия, сообщает приказ диспетчеру пожарного поезда и дает

команду дежурному по станции на отправление пожарного поезда.

Порядок включения членов ДПД в боевой расчет пожарного поезда разрабатывается и согласовывается с руководством объектов и утверждается приказом начальника отделения дорога. Отправление пожарного поезда по вызову производится в кратчайший срок. При этом время ограничивается 10 минутами с момента получения дежурным по станции или локомотивным диспетчером извещения о пожаре. Дежурный по станции, локомотивный диспетчер отделения железной дороги и дежурный локомотивного депо обязаны обеспечить в этот срок выдачу локомотива.

На электрифицированных железнодорожных линиях пожарный поезд, как правило, должен быть отправлен тепловозом (паровозом). При отправлении пожарного поезда электровозом, дежурный по отделению железной дорога обязан подготовить к

прибытию пожарного поезда на конечную станцию перед местом происшествия тепловоз (паровоз) и заменить им электровоз.

При отсутствии на станции локомотива под пожарный поезд выдается локомотив из-под любого поезда, находящегося на станции.

Пожарный поезд следует к месту пожара с максимально установленной скоростью, с преимуществом перед всеми поездами.

До постановки пожарного поезда на место стоянки постоянной дислокации оставлять его без локомотива запрещается.

За своевременное отправление, беспрепятственное проследование пожарного поезда к месту пожара, происшествия и возвращение его на место постоянной стоянки несут ответственность: в пределах отделения железной дороги - дежурный по отделению:

в пределах железной дороги и - старший дорожный диспетчер оперативно-распорядительного отряда службы перевозок.

При необходимости оказания помощи в тушении пожара на соседней железной дороге пожарные поезда высылаются по получению заявки от дороги, на которой возник пожар, с последующим сообщением в Управление военизированной охраны МПС.

При получении сообщения о сходе с рельсов вагонов с опасными грузами, пожарный поезд высылается вместе с восстановительным поездом для оказания помощи в обеспечении пожарной безопасности при проведении восстановительных работ.

Пожарный поезд сопровождается к месту происшествия представителем железной дороги, которой он принадлежит. Этот представитель является ответственным за безопасность движения пожарного поезда.

Все передвижения пожарного поезда от момента взятия его с постоянного места стоянки и до возвращения на место дислокации производится только по согласованию с начальником пожарного поезда (начальником караула).

Расходы по высылке пожарного поезда производятся за счет стороны, затребовавшей его.

Техническая характеристика пожарных поездов

Пожарные поезда универсальный, первой и второй категории состоят из 5, 4 и 3 вагонов соответственно - табл. (2).

Таблица №2

№ п/п	Тип вагона	Универсальный пожарный поезд	Пожарный поезд первой категории	Пожарный поезд второй категории
1.	Число вагонов в поезде	5	4	3
2.	Вагон для личного состава	1	-	-
3.	Вагон насосной станции, электростанции	1	-	-
4.	Вагон-гараж	1	1	-
5.	Цистерны для воды	2	2	2
6.	Совмещенный вагон для личного состава, насосной станции, электростанции	-	1	1

\* Примечание: вагон-гараж может быть заменен транспортной системой комбинированного пожаротушения.

Схема формирования пожарного поезда НИН может быть различной. В сцепке вагонов возможно присутствие цистерн емкостью 50 и 25 м<sup>3</sup>. Однако вагон-гараж всегда остается крайним в составе для обеспечения скорейшего боевого развертывания пожарного автомобиля.



1. Пожарная техника и оборудование		
ная система комбинированного	штуки	1
енция	-	1
автоцистерна	-	2
а производительностью 600-800 л/мин.	-	1
а переносная производительностью 600-800	-	-
андия мощностью 4 или 8 кВт,	-	1
ия забора воды из цистерн рабочего парка	-	1
ия заправки цистерн водой через гидроколонку	-	1
ючная установка	-	2
ывающий Ø 76 мм	-	2
ывающий Ø 125 мм	-	4
асывающий (запасной) с соединительной	-	2
эрный Ø 51 мм	метр	70
эрный Ø 66 мм	-	100
ывающая Ø 76 мм	штуки	1
ывающая Ø 125 мм	-	1
вие РТ-70	-	1
ивк ВС-125	-	2
ствол ПЛС-П20	-	2
50	-	5
70	-	5
С-50	-	2
Т	-	2
ГПС-2000	-	1
ГПС-600	-	2
гтель ПС-5	-	1
ЭЭЖ-17	-	1
соединительная ГР-50	-	10
соединительная ГР-70	-	14
ожарная КП-1	-	2
палка ЛП-1	-	1
3-х коленная ЗКЛ Л-60	-	1
штурмовка ЛШ	-	1
о 3,5X5	-	1
эмник	-	1
авный универсальный	-	6
рукавная	-	6

Пожарный поезд первой категории по своей технической оснащенности практически не уступает универсальному пожарному поезду, поэтому ниже будут приведены данные по пожарным поездам и второй категорий.

1	2	3	4	5
3	Лом легкий	-	1	1
4	Лом универсальный	-	2	2
5	Багор цельнометаллический, большой и малый	-	2	2
6	Крюк универсальный	-	1	1
7	Топор пожарный поясной	-	10	10
8	Топор плотницкий	-	2	2
9	Пила-ножовка по дереву	-	1	1
10	Веревка спасательная 25-30 м	-	2	2
11	Фонарь электрический групповой	-	3	3
12	То же индивидуальный	-	5	5
13	Прожектор переносной	-	1	1
14	Прожектор стационарный	-	2	2
15	Пояс пожарный с карабином	-	10	10
16	Комбинированный ручной аварийно-спасательный инструмент (КРАСИ, ИРАС)	компл.	2	2
17	Инструмент ручной механизированный (УКМ-4А)	-	1	1
18	Ножницы гидравлические (НГ-16)	-	1	1
19	Бензодвигательная пила дисковая	-	1	1
20	Установка автогенорезательная (РУ)	-	1	1
21	Теплоотражающий костюм	-	3	3
22	Костюм пожарного	-	10	10
23	Плащ брезентовый для начсостава	штук	4	4
24	Телогрейка ватная и валенки	-	10	10
25	Подкашик трикотажный	-	10	10
26	Рукавицы брезентовые	пар	10	10
27	Рукавицы теплые	-	5	5
28	Сапоги резиновые	-	3	3
29	Сапоги кирзовые	-	3	3
30	Каска пожарная рядового состава	штук	10	10
31	Каска для начсостава	-	3	3
32	Кобуры для пожарного топора	-	10	10
33	Коврик диэлектрический	-	1	1
34	Перчатки диэлектрические	пар	2	2
35	Боты (сапоги) диэлектрические	-	2	2
36	Лопата металлическая штыковая	штук	3	3
37	Лопата металлическая совковая	-	2	2
38	Лопата деревянная	-	3	3
39	Вилы металлические	-	2	2
40	Ведро металлическое	-	3	3
41	Инструмент для обслуживания пожарной техники	компл.	1	1
42	Верстак слесарный	штук	1	1
43	Ключ водопроводный №№1, 2, 3	-	3	3
44	Выпрямитель для зарядки аккумуляторов	-	1	1
45	Паяльная лампа	-	1	1
46	Дрель ручная (электрическая)	-	1	1
47	Паяльник электрический	-	1	1
48	Часы настольные	-	1	1
49	Секундомер	-	1	1
50	Аптечка с медикаментами	-	2	2
51	Носилки санитарные	-	1	1
52	Постельные принадлежности	компл.	3	3

1	2	3	4	5
	<b>3. Средства связи и сигнализации. ГСМ. Топливо</b>			
1	Радиостанция поездная	компл.	1	1
2	Устройство громкоговорящего оповещения (УТО):			
	УТО-С (стационарное)	-	1	1
	УТО-П (переносное)	-	3	3
3	Телефонный аппарат	-	2	2
4	Зарядное устройство УЗ-81	-	1	1
5	Носимая радиостанция (без УТО)	-	3	3
6	Электромегафон	штук	1	1
7	Фонарь сигнальный ручной	-	2	2
8	Фонарь сигнальный буферный	компл.	2	2
9	Флажок сигнальный	-	2	2
10	Бацмак тормозной	штук	2	2
11	Неприкосновенный запас:			
	дизельного топлива	литр	300	300
	бензина	-	800	300
	каменного угля	кг	200	150
	дров	м <sup>3</sup>	0,2	0,2
12	Автомобиль	кг	20	20
13	Солдодол	-	10	10
	<b>4. Огнетушащие средства</b>			
1	Пенообразователь	кг	10000	5000
2	Огнетушители:			
	углекислотные (ОУ-5)	штук	5	5
	порошковые (ОП-5)	-	5	5
	порошковые передвижные (ОП-50)	-	2	2
	<b>5. Кухонно-столовый инвентарь</b>			
1	Плита газовая (электрическая)	штук.	1	1
2	Баллон газовый	-	2	2
3	Холодильник бытового	-	1	1
4	Плитка электрическая	-	1	1
5	Чайник	-	1	1
6	Бачок для питьевой воды	-	1	1
7	Кастриля эмалированная	-	4	4
8	Тарелка глубокая	-	10	10
9	Ложка столовая	-	10	10
10	Вилка столовая	-	10	10
11	Нож столовый	-	1	1
12	Нож консервный	-	1	1
13	Кружка эмалированная	-	10	10
	<b>6. Индивидуальные средства и приборы химической защиты</b>			
1	Фильтрующий противогаз (ПН-5)	Согласно штатной численности		
2	Гонкалитовый патрон	-		
3	Изолирующий противогаз или аппарат на сжатом воздухе (АСВ-2, АИР-317, АИР-217)	Для каждого члена звена		
4	Регенеративный патрон (запас)	Согласно штатной численности		
5	Пусковой брикет	штук	10	10
6	Легкий защитный костюм (Л-1)	-	5	5
7	Воисковой прибор химической разведки (ВХИР)	компл.	1	1

1	2	3	4	5
8	Радиометр-рентгенометр (ДП-58)	компл.	1	1
9	Метеокомплект (МК-3)	-	1	1
10	Очки защитные	штук	5	5
11	Перчатки резиновые	пар	5	5
<u>7. Оборудование контрольных постов ГДЭС</u>				
1	Шкаф для хранения противогазов, гонкалгитовых и регенеративных патронов	штук	1	1
2	Пункт мойки и сушки	-	1	1
3	Набор инструмента	компл.	1	1
4	Манометр	штук	1	1
5	Тросик направляющий	-	2	2

**ПРИМЕЧАНИЯ:** противогазы должны храниться в шкафах, оборудованных гнездами. Гнезда обеспечиваются табличками с указанием на них номера противогаза и фамилии лица, за которым закреплен противогаз. Хранящиеся противогазы должны быть подготовлены к работе.

Номер необходимого инструмента для проверки противогаза и контрольные приборы определяются в зависимости от типов противогазов, имеющих в пожарном поезде.

Пожарный поезд, оснащенный аппаратами сжатого воздуха, укомплектовывается компрессором для зарядки баллонов.

В аптечках должен быть необходимый набор медикаментов. Одна из аптечек является неприкосновенной и без особой надобности не расходуется.

Пополнение аптечек производится отрядами военизированной охраны через лечебно-профилактические учреждения.

Вода в питьевой бачке должна быть кипяченой. Смена воды и промывка бачка производится ежедневно.

Личному составу, участвующему в тушении пожара, спецодежда выдается дополнительно согласно утвержденных норм (Приказ МПС № 38 Ц от 29.12.90 г).

Спецодежда личного состава (плащи, куртки, комбинезоны, брюки, телогрейки) после работы на пожаре очищается, а в необходимых случаях промывается и сушится.

В холодных климатических районах караулы пожарных поездов обеспечиваются дополнительно полушубками, валенками

согласно норм, определенных для стрелково-пожарных команд, а также в пожарном поезде создается резерв теплой одежды для начальствующего состава отряда (службы) военизированной охраны железной дороги.

ТИПОВОЙ ТАБЕЛЬ  
ПОЖАРНОГО Поезда ВТОРОЙ КАТЕГОРИИ

№ п/п	Наименование подвижного состава	Тип вагона	Количество
1	Водонасосная станция для размещения личного состава, насосных установок, электростанции, пожарно-технического вооружения, оборудования и средств пожаротушения	4-хосный ЦМВ	1
2	Емкость для хранения воды	Цистерна 72.3 или 50 м <sup>3</sup>	2
3	Транспортная система комбинированного пожаротушения*	Платформа 4-хосная	1

\* Вводится по мере освоения и производства новой техники

ТИПОВОЙ ТАБЕЛЬ  
ПОЖАРНОГО Поезда ПЕРВОЙ КАТЕГОРИИ

№ п/п	Наименование подвижного состава	Тип вагона	Количество
1	Водонасосная станция для размещения личного состава, насосных установок, электростанции, пожарно-технического вооружения, оборудования и средств пожаротушения	4-хосный ЦМВ	1
2	Емкость для хранения воды	Цистерна 72.3 или 50 м <sup>3</sup>	2
3	Вагон-гараж для размещения пожарного или специального автомобиля и запаса пенообразователя	Крытый вагон	1
4	Транспортная система комбинированного пожаротушения*	Платформа 4-хосная	1

\* Вводится по мере освоения и производства новой техники

**НОРМЫ РАСХОДОВ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ,  
ВХОДЯЩИХ В НЕСНИЖАЕМЫЙ ЗАПАС**

№ п/п	Наименование продуктов питания	Суточная норма на человека
1	Консервы мясные	250 грамм
2	Консервы рыбные	450 грамм
3	Консервы овощные (банка 0.5 кг)	1 банка на 2 человека
4	Сухари (галеты)	280 грамм
5	Хлеб ржаной или пшеничный	500 грамм
6	Концентраты суповые	0,5 пачки
7	Сахар (песок)	60 грамм
8	Чай	3 грамма
9	Соль	20 грамм
10	Сигареты (папирсы)	0.5 пачки

ТИПОВЫЕ ШТАТНЫЕ НОРМАТИВЫ ПОЖАРНОГО ПОЕЗДА

№ п/п	Наименование должности	Категория пожарного поезда	
		1 категория	2 категория
1	Начальник пожарного поезда	+	+
	Начальник отделения (караула)	+	+
	Мастер по , ремонту пожарных рукавов и обслуживанию пожарной техники	+	+
	Водитель пожарного автомобиля	+	-
	Старший пожарный	+	+
	Пожарный	+	+
	Мастер по обслуживанию ТСКП*	+	+

\* Вводится при наличии ТСКП-16, 20

СРОКИ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ, ВХОДЯЩИХ В НЕСНИЖАЕМЫЙ ЗАПАС ПОЖАРНОГО ПОЕЗДА

№ п/п	Наименование продуктов питания	Максимальный срок хранения
1	Консервы: мясные, рыбные, овощные	1-2 года, 1 год 6-12 месяцев
2	Сахар, соль	5 лет
3	Чай	6-12 месяцев
4	Сухари, галеты	5 лет
5	Концентраты	1 год

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

### **Базовые транспортные средства, их силовые агрегаты. Порядок разработки и сертификации пожарной техники**

**Цель работы:** Изучить системы и механизмы пожарных автомобилей и ДВС.

#### **Системы и механизмы ПА и ДВС**

Автомобиль состоит из трех основных частей: двигателя, шасси и кузова.

Двигатель – машина, преобразующая какой либо вид энергии в механическую работу. На автомобиле двигатель преобразует тепловую энергию, выделяющуюся в процессе сгорания топлива, в механическую работу.

Шасси состоит из механизмов, предназначенных для:

- а) передачи крутящего момента от двигателя на ведущие колеса автомобиля.
- б) передвижения автомобиля.
- в) управления им.

К шасси относятся: трансмиссия, ходовая часть и механизмы управления.

Трансмиссия служит для передачи крутящего момента от двигателя на ведущие колеса автомобиля и состоит из сцепления, коробки передач, карданной передачи, главной передачи, дифференциала и полуосей.

Сцепление расположено между двигателем и коробкой передач и служит для кратковременного их разобщения и плавного соединения.

Коробка передач служит для изменения крутящего момента, передаваемого от коленчатого вала двигателя к карданному валу, для движения автомобиля задним ходом и для длительного разобщения двигателя и трансмиссии.



Карданная передача служит для передачи крутящего момента от коробки передач к главной передаче под изменяющимся углом.

Главная передача служит для увеличения крутящего момента на ведущих колесах и передачи его под прямым углом от карданной передачи через дифференциал к полуосям.

Дифференциал обеспечивает вращение ведущих колес с различной скоростью, что необходимо при поворотах и движении автомобиля по неровной дороге. Полуоси приводят во вращение ведущие колеса.

Ходовая часть состоит из рамы, передней и задней осей, рессор, амортизаторов и колес с пневматическими шинами. В безрамных автомобилях агрегаты крепятся к кузову.

Механизмы управления состоят из рулевого управления и тормозов. Рулевое управление служит для изменения направления движения автомобиля путем поворота передних колес, а тормоза – для замедления движения автомобиля и полной его остановки.

Автомобили делятся на пассажирские, грузовые и специальные.

К пассажирским относятся: легковые, микроавтобусы (до 8 мест) и автобусы.

К грузовым – грузовые автомобили с грузовой платформой и легковые автомобили оборудованные для перевозки грузов(масса более 3.5 т).

К специальным – автомобили оборудованные для определенных видов работ:

- пожарные -скорая помощь
- и т. д.

Автомобили, применяемые в ГПС создаются на шассе грузовых автомобилей. На шассе этих автомобилей устанавливаются 4-х тактные карбюраторные ДВС или дизельные двигатели.

Поршневой ДВС представляет собой совокупность механизмов и систем: кривошипно-шатунного механизма и механизмов газо-

распределения и передач;

системы питания, системы

смазки; система

охлаждения; система

зажигания; система

запуска.

Система питания состоит из топливного бака, топливопровода, фильтра топливного, топливного насоса, карбюратора (инжектора, топливный насос высокого давления плунжерного типа).

Система смазки состоит из масляного картера, масляный насос (шестеренчатого типа), масляной фильтр. Главная масляная магистраль и масло подающие каналы.

Система охлаждения состоит из рубашки охлаждения, радиатора, водяной помпы (ц\б), расширительный бачек, термостат и охлаждающей жидкости.

### **Система дополнительного охлаждения двигателя пожарного автомобиля**

Особенностью эксплуатации двигателей основных пожарных автомобилей является их работа в стационарном режиме в качестве привода на пожарный насос. Системы охлаждения двигателей грузовых автомобилей обеспечивают их нормальную работу (без перегрева) при любых переменных режимах. В стационарных условиях, какими являются работа двигателя на насос, эффективность системы охлаждения сильно снижается, так как в этом случае отсутствует встречный поток воздуха и, следовательно, уменьшается отвод теплоты от радиатора, что может привести к перегреву двигателя в летних

условиях эксплуатации. Для обеспечения надёжной работы двигателя некоторые модели пожарных автомобилей оборудуют системами дополнительного охлаждения, в основе которых лежит теплообменный аппарат (теплообменник). Теплообменник, как правило, монтируется на двигателе между радиатором и рубашкой охлаждения, и является элементом штатной системы охлаждения.

Принципиальная и конструктивная схемы теплообменника показана на рис.61.

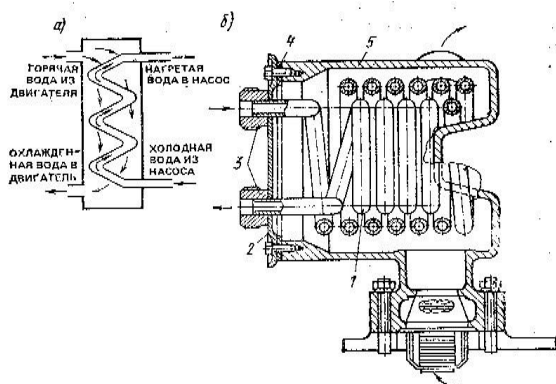


Рис. 61. Теплообменник

а-принципиальная схема; б-конструкция; 1-змеевик; 2-крышка; 3-штуцера; 4-резиновая прокладка; 5-корпус теплообменника.

В корпусе теплообменника 5 установлен трубопроводзмеевик 1. Концы латунной трубки змеевика 1 выведены на крышку 2 и вместе со штуцерами 3 припаяны к ней. Змеевик 1 с крышкой 2 крепится болтами в корпусе теплообменника 5. Между крышкой и корпусом имеется резиновая прокладка 4. На входе в корпус теплообменника устанавливается термостат. Змеевик теплообменника посредством трубопроводов 1 и 2 (см. рис.1) соединён со всасывающей и напорной полостями пожарного насоса.

При работе пожарного насоса вода или охлаждающая жидкость из двигателя через корпус теплообменника поступает в радиатор, омывает змеевик и охлаждается за счёт передачи тепла воде, циркулирующей по трубопроводу от пожарного насоса.

Если температура воды (охлаждающей жидкости) при работе пожарного насоса в системе охлаждения двигателя превышает  $95^{\circ}\text{C}$ , то необходимо включить дополнительную систему охлаждения. Для этого следует открыть вентили 3 (см. рис.62.). При этом вода из напорной полости пожарного насоса по трубопроводу 1 поступит в змеевик теплообменника. Пройдя по змеевику и трубопроводу 2, она (уже нагретая) поступит во всасывающую полость пожарного насоса. Регулируя степень открытия вентилей добиваются установления требуемого температурного режима работы двигателя. При этом количество воды, протекающей в дополнительной системе охлаждения, составляет 5...10% подачи пожарного насоса. После работы пожарного насоса с использованием дополнительной системы охлаждения необходимо удалить воду из системы. Для этого во время подачи воды насосом необходимо закрыть вентиль 3 (см. рис.62.) от напорной полости пожарного насоса, открыть вентиль 3 во всасывающую полость пожарного насоса и сливной кран (заглушку), установленный на трубопроводах 1,2. Работающий пожарный насос отсосёт воду из трубопроводов дополнительной системы охлаждения. После чего закрыть вентиль 3 и сливной кран.

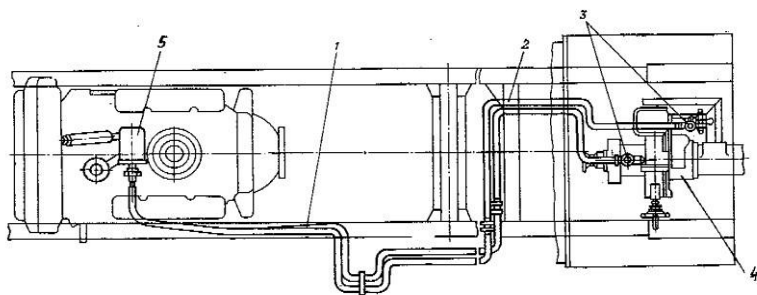


Рис. 62. Схема дополнительной системы охлаждения двигателя пожарной автоцистерны АЦ-40(431410)63Б 1,2-трубопроводы; 3-вентили; 4-пожарный насос; 5-корпус теплообменника.

Некоторые типы основных пожарных автомобилей могут оборудоваться системами с дополнительными теплообменниками для механизмов трансмиссий автомобиля. Необходимость применения таких систем обусловлена тем, что при эксплуатации пожарного автомобиля на стоянке в качестве моторнасосного агрегата возможен перегрев коробки передач, коробки отбора мощности, гидроусилителя рулевого управления. Для охлаждения этих механизмов теплообменники, принципиально не отличающиеся от рассмотренного ранее, размещают в их картерах.

На большинстве современных пожарных автомобилях оборудованных пожарным насосом ПН-40УВ или НЦПН 40/100, с двигателями мощностью более 110 кВт (пожарные автоцистерны на шасси ЗИЛ-4331, КамАЗ, Урал и др.), системы дополнительного охлаждения не устанавливаются. Потребляемые мощности механизмами данных пожарных автомобилей при работе пожарного насоса малы по сравнению с максимальной мощностью двигателя, поэтому перегрев двигателей не происходит, усиливать систему охлаждения нет необходимости. **Техническое обслуживание системы дополнительного охлаждения.**

При ЕТО необходимо проверить лёгкость открывания и закрывания вентилей трубопроводов, а также подтекание воды или охлаждающей жидкости в элементах системы.

Во время работы на пожаре или учении необходимо:

- осуществлять постоянный контроль за нагревом охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя; температура должна находиться в пределах 80-95<sup>0</sup>С. Этот температурный режим, при необходимости, устанавливается регулированием открытия вентилей в дополнительной системе охлаждения. Летом жалюзи радиатора должны быть открыты, можно открывать и капот двигателя;

- проверять отсутствие течи воды из системы.

По возвращению с пожара или учения необходимо устранить неисправности системы выявленные при эксплуатации пожарного автомобиля.

Техническое обслуживание № 1 и 2 включает операции ЕТО и проверку крепления узлов системы (вентилей, теплообменников, трубопроводов).

При сезонном техническом обслуживании (СО) во время подготовке к летнему периоду эксплуатации пожарного автомобиля необходимо проверить и включить в работу дополнительную систему охлаждения, а при подготовке к зимнему периоду эксплуатации отключить систему, продув трубопроводы сжатым воздухом. Причём отключение системы производится при температуре окружающего воздуха ниже +100С.

Неисправности системы дополнительного охлаждения могут быть вызваны разгерметизацией или засорением трубопроводов системы и приводить к нарушению теплового режима (повышению температуры свыше 95<sup>0</sup>С) работы двигателя пожарного автомобиля при его эксплуатации на стоянке в качестве мотор-насосного агрегата.

Система зажигания состоит из низковольтная система (катушка зажигания, распределитель зажигания) и высоковольтная система (провода высоковольтные, свечи, распределитель зажигания)

Система запуска состоит из замка зажигания, стартера, аккумулятора.

#### Дополнительная система обогрева

Пожарные автомобили, в зависимости от их конструктивного исполнения могут оборудоваться различными системами дополнительного обогрева кабины расчёта, ёмкости цистерны и насосного отсека.

Большинство пожарных автоцистерн, находящихся в эксплуатации имеют изменённую систему выпуска отработавших газов. Так отработавшие газы двигателей пожарных автомобилей используются в системе забора воды пожарным насосом и для обогрева цистерн, кабин расчётов, насосного отсека (см. рис.63).

Для этого перед глушителем 8 установлен газоструйный вакуум-аппарат 4, к которому по приёмным трубам 2 поступают отработавшие газы из двигателя. Пройдя распределительную камеру газоструйного вакуум-аппарата поток отработавших газов через проставку 5, в зависимости от периода эксплуатации пожарного автомобиля (летний или зимний), может следовать в двух направлениях. Так в зимний период эксплуатации за счёт установки во фланцевом соединении 6 стальной вставки-заглушки и её удаления из фланцевого соединения выпускных труб 7 отработавшие газы из проставки 5 поступают по трубе, проходящей под днищем цистерны и через обогреватель (батарею) 10, проходящий под насосным отсеком выбрасываются в атмосферу. На трубе проходящей под цистерной на некоторых моделях пожарных автомобилей может устанавливаться обогреватель цистерны, представляющий собой трубу, окруженную по длине кожухом для концентрации теплоты. Обогреватель (батарея) насосного отсека отливается из алюминиевого сплава, для увеличения поверхности теплоотдачи имеет рёбра, и крепится к раме автомобиля. На летний период эксплуатации пожарного автомобиля стальная вставка-заглушка должна быть удалена из фланцевого соединения 6 и установлена во фланцевое соединение выпускных труб 7. Это обеспечит движение отработавших газов из проставки 5 через глушитель в атмосферу.

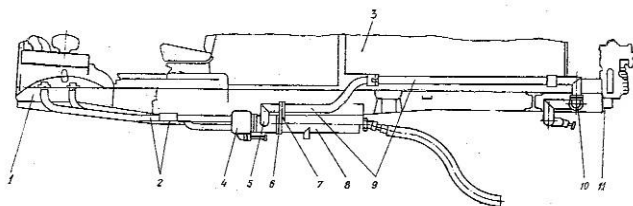


Рис.63 Система выпуска отработавших газов пожарной автоцистерны  
АЦ-40(431410)63Б

1-двигатель; 2-приёмные трубы; 3-цистерна; 4-газоструйный вакуум-аппарат; 5-проставка; 6,7-фланцевое соединение; 8-глушитель; 9-выпускные трубы; 10обогреватель(батарея); 11-пожарный насос.

У пожарных автомобилей других моделей принцип устройства системы выпуска отработавших газов сохраняется, хотя в зависимости от назначения и от особенностей компоновки кузова конструктивно несколько отличается.

Техническое обслуживание таких систем заключается в том, что при сезонном техническом обслуживании необходимо разъединять фланцевые соединения 6,7 и устанавливать (или удалять) вставку-заглушку в соответствии с периодом эксплуатации пожарного автомобиля.

Неисправности в системе выпуска отработавших газов пожарных автомобилей заключаются в нарушении герметичности и прочности крепления отдельных элементов. Негерметичность соединений устраняется подтяжкой болтов и гаек фланцев и зажимов. В целях предотвращения пригорания гаек шпилек газоструйного вакуум-аппарата их выполняют из латуни и ставят на сухой графитной смазке. Повреждённые прокладки заменяют. Края вновь установленных прокладок должны быть обрезаны заподлицо с фланцами. В телескопических соединениях регулируют положение труб в обойме, при необходимости подматывают шнуровой асбест и плотно затягивают зажимом.

В настоящее время на пожарных автомобилях зачастую устанавливают автономные системы, предназначенные для обеспечения требуемого температурного режима в кабине расчёта и в насосном отсеке, и представляющие собой отопительно-вентиляционную установку.

Так на пожарной автоцистерне АЦ-3,0-40(43206)1МИ (см. рис.64.) с правой стороны под кабиной расчёта, в отсеке 1, на ложементах, с помощью хомутов 17 крепится



отопительно-вентиляционная установка (типа ОВ65) 2 и автономный топливный бак 3, предназначенный для хранения запаса дизельного топлива сгораемого в установке. Подача топлива от топливного бака 3 к отопительно-вентиляционной установке осуществляется по топливопроводу 4, в который встроен электромагнитный клапан 10, обеспечивающий дистанционное открывание/закрывание топливопровода и имеющий встроенное устройство электроподогрева топлива. Причём электроподогрев топлива включается только на период запуска отопительно-вентиляционной установки (на время удерживания кнопки «ПУСК» на щите управления).

Воздух, нагретый в отопительно-вентиляционной установке, проходит через воздухопроводы 11,12 и далее по воздухопроводу 14 поступает в кабину расчёта, а по воздухопроводу 13 в насосный отсек. В качестве воздухопровода, обеспечивающего подачу воздуха в насосный отсек, используется правая опорная труба надрамника. Воздуховод 12 соединён с трубой надрамника гибким рукавом, закреплённым хомутами. Продукты сгорания топлива через газо-направляющий патрубок отопительно-вентиляционной установки и отвод 18 выбрасываются в атмосферу.

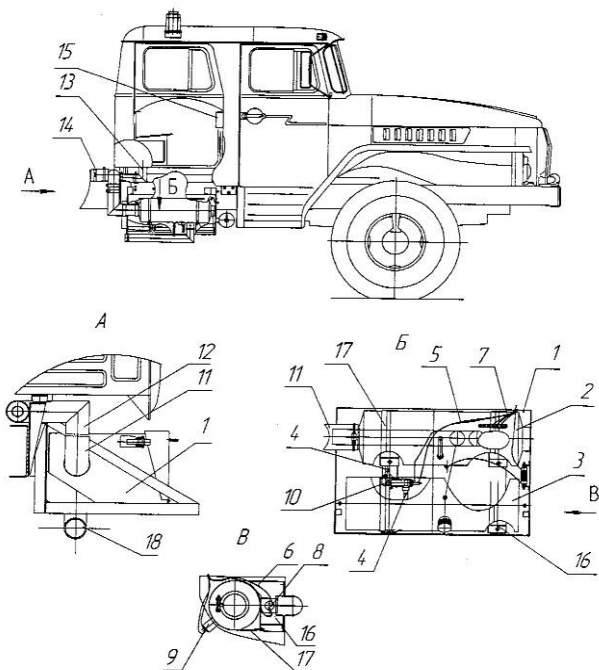


Рис. 64. Система обогрева кабины боевого расчёта и насосного отсека пожарной автоцистерны АЦ-3,0-40(43206)1МИ

1-отопительный отсек; 2-отопительно-вентиляционная установка; 3топливный бак; 4-топливопроводы; 5,6,7-электрические жгуты; 8-датчик сигнализации горения; 9-датчик перегрева; 10-электромагнитный клапан; 11,12,13,14-воздуховоды; 15-щит управления; 16-ложемент; 17-хомут; 18отвод.

Отопительно-вентиляционная установка типа ОВ-65 (см. рис.3) состоит из следующих основных узлов:

теплообменника, обеспечивающего нагрев проходящего через него воздуха; камеры сгорания;

электродвигателя, обеспечивающего подачу в теплообменник нагреваемого воздуха, подачу и распыление топлива в камере сгорания, подачу в камеру сгорания воздуха и отвод

продуктов горения из камеры сгорания; приборов, устройств и датчиков, обеспечивающих функционирование установки.

Теплообменник установки состоит из трёх concentрично расположенных цилиндров: внутреннего, среднего и наружного. Во внутреннем цилиндре установлены диффузор 4 и камера сгорания 25. Внутренний и средний цилиндры соединены между собой четырьмя окнами, наружный цилиндр имеет выхлопной патрубок 19. Из камеры сгорания выведена дренажная трубка 24.

Отопительно-вентиляционная установка может работать в режимах отопления и вентиляции. Переключение режимов осуществляется рычажком 13 (см. рис.65).

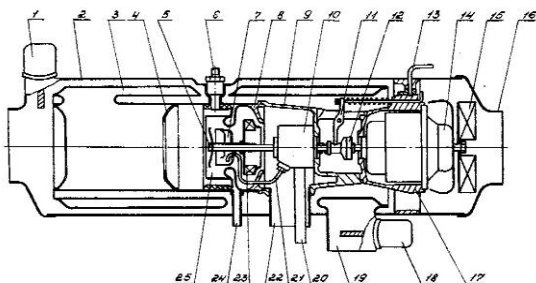


Рис. 65. Отопительно-вентиляционная установка типа ОВ-65

1-датчик перегрева; 2-кожух; 3-теплообменник; 4-диффузор; 5-отражатель;6-веча; 7-распылитель; 8крышка кольца остова; 9-кольцо остова; 10-топливный насос; 11-рычаг муфты; 12-фрикционная муфта; 13-рычажок переключения режимов работы; 14-электродвигатель; 15-вентилятор; 16передняя крышка; 17-остов; 18-датчик сигнализации горения; 19-выхлопной патрубок; 20-топливоподводящая трубка; 21-топливная трубка; 22-всасывающий патрубок; 23-нагнетатель; 24-дренажная трубка; 25-камера сгорания.

На режиме отопления происходит одновременная подача топлива и воздуха в камеру сгорания, а также воздуха на нагрев. Топливо подводится к насосу 10 по трубке 20, а затем по трубке 21 подаётся в распылитель 7, разбрызгивается, смешивается с воздухом, подаваемым

нагнетателем 23, и воспламеняется от раскалённой спирали свечи 6. Затем пламя через диффузор 4 заполняет внутренний цилиндр, раскаляя его стенки. Дальнейшее горение поддерживается без участия свечи. Продукты сгорания через окна поступают в замкнутое пространство между средним и наружным цилиндрами, разогревают их стенки и выбрасываются через выхлопной патрубок 19. Свежий воздух, подаваемый вентилятором 15, нагревается, проходя по кольцевым пространствам, образованным внутренним и средним цилиндрами, наружным цилиндром и кожухом.

В режиме вентиляции муфта 12, управление которой осуществляется рычажком 13, отключает топливный насос 10 и подача топлива в распылитель 7 прекращается.

Управление работой отопительно-вентиляционной установкой осуществляется органами управления на щите 15 (см. рис.2), расположенного в кабине расчёта. Щит управления соединён с отопительно-вентиляционной установкой электрическими жгутами 5,6,7, и обеспечивает включение-выключение отопительно-вентиляционной установки и контроль её состояния.

На рис.4 показан состав приборов управления отопительно-вентиляционной установкой и датчиков, контролирующих её работу.

Включение отопительно-вентиляционной установки осуществляется следующим образом.

На пульте управления тумблер 3 «Топливо» (см. рис.4) перевести в положение «Включено», при этом электромагнитный клапан открывает топливопровод подачи топлива к отопительно-вентиляционной установке. Тумблер 2 «Пуск» перевести в положение «Включено» и удерживать его в этом положении; при этом контрольная спираль 6, которая характеризует степень разогрева свечи накаливания, должна накалиться до яркокрасного цвета. Степень разогрева контрольной спирали наблюдается в смотровом окне на пульте управления. После разогрева контрольной спирали переключатель 4 «Режим»

перевести в положение «1/2» или «1», в зависимости от требуемой производительности вентилятора; при этом должен загореться индикатор контрольной лампы 7 «Горения нет». Удерживая тумблер «Пуск» во включённом состоянии, дождаться выключения индикатора контрольной лампы «Горения нет», после чего отпустить тумблер «Пуск». Отключение контрольной лампы «Горения нет» обеспечивается срабатыванием датчика сигнализации горения 18 (см. рис.3) при достижении пороговой температуры. Отключение отопительно-вентиляционной установки осуществляется следующим образом.

На пульте управления тумблер «Топливо» (см. рис.66) перевести в положение «Выключено», при этом электромагнитный клапан перекрывает топливопровод подачи топлива к отопительно-вентиляционной установке. Работающий топливный насос выкачивает топливо, находящееся в топливопроводе на участке между электромагнитным клапаном и отопительно-вентиляционной установкой, после чего процесс горения прекращается и начинается процесс продувки воздухом камеры сгорания. При продувке происходит её охлаждение и охлаждение датчика сигнализации горения. При достижении пороговой температуры срабатывает датчик сигнализации горения, который включает контрольную лампу индикатора «Горения нет», после чего необходимо переключатель «Режим» в положение «Выключено».

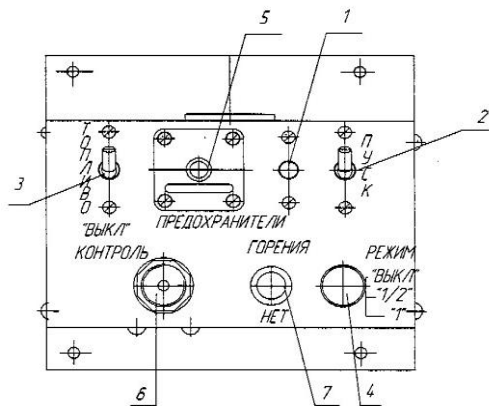


Рис.66 Щит управления отопительно-вентиляционной установкой  
пожарной автоцистерны АЦ-3,0-40(43206)1МИ

1-предохранитель; 2,3-выключатель; 4-переключатель режимов; 5-реле перегрева; 6-контрольная спираль; 7-фонарь контрольной лампы.

Техническое обслуживание системы обогрева кабины расчёта и насосного отсека, с отопительно-вентиляционной установкой ОВ65 необходимо производить в плановом порядке.

При ЕТО необходимо убедиться в надёжности крепления отопительной установки, топливного бака, воздухопроводов, положение дренажной трубки, отсутствие подтекания топлива в соединениях топливопровода. Проверить состояние (чистоту и возможность перекрытия) трубопроводов подающих воздух на нагрев и для обеспечения горения, а также отводящих нагретый воздух и отработавшие газы. При эксплуатации пожарного автомобиля в осенне-зимний период кратковременным пуском проверить работоспособность установки и наличие дизельного топлива в баке.

При эксплуатации системы на пожаре или аварии запрещается оставлять работающую отопительно-вентиляционную установку без присмотра. Не допускается работа установки при загрязнённой дренажной трубке 24 (см. рис.65). После выключения установки повторное включение

разрешается производить только после её охлаждения, о котором сигнализирует лампа 7 (см. рис.66); в противном случае будут наблюдаться хлопки и выбрасывание пламени из всасывающего и выхлопного патрубков. При автоматическом отключении установки в результате перегрева и возврате кнопки реле перегрева 5 (см. рис.66) повторное включение установки разрешается производить только после выявления и устранения причин, вызвавших аварийный режим.

Если по какой-либо причине возникла необходимость эксплуатации отопительно-вентиляционной установки в режиме вентиляции, необходимо рычажок 13 (см. рис.65) установить в соответствующее положение.

По возвращению с пожара или аварии необходимо устранить неисправности замеченные при эксплуатации установки.

При ТО-1 и ТО-2 необходимо произвести операции технического обслуживания в соответствии с руководством по эксплуатации отопительно-вентиляционной установкой ОВ65.

Сезонное обслуживание включает следующие дополнительные операции: очистка от грязи и пыли воздухопроводов, подводящих воздух на нагрев и горение, и отводящих нагретый воздух и отработавшие газы, промывка топливного бака системы.

В период эксплуатации отопительно-вентиляционной установки ОВ65 могут наблюдаться следующие наиболее характерные неисправности: невозможность запуска установки в режиме отопления, перегрев и повышенная дымность при работе установки.

Невозможность запуска установки в режиме отопления может характеризоваться не выключением индикатора контрольной лампы «Горения нет» на щите управления. Данная неисправность может быть по причинам неисправности свечи (обрыв в электрической цепи свечи, перегорание контрольной спирали или свечи, закоксование свечи), недостаточного напряжения в электрической цепи свечи (контрольная спираль

нагревается до тёмно-красного цвета), отсутствия подачи топлива в камеру сгорания.

Перегрев установки возможен в следствии засорения или повреждения трубопроводов, подводящих воздух на нагрев и отводящих нагретый воздух, а также в результате прогара камеры теплообменника.

Установка может дымить из-за засорения или повреждения трубопроводов, подающих воздух на горение и отводящих отработавшие газы, а также по причине недостаточной частоты вращения вала электродвигателя.

### **Дополнительное электрооборудование**

Пожарные автомобили следуют на пожары с большими скоростями, эксплуатируются в разное время суток, часто при недостаточном освещении объектов. Все это требует высокой информативности ПА, приспособленности его к использованию в различное время суток. Этим обусловлена необходимость специального, дополнительного оборудования.

Дополнительное электрооборудование включает: приборы сигнализации, обеспечивающие информацию о движении ПА;

внешнее освещение, освещение рабочих мест и отсеков пожарного автомобиля, обеспечивающих работу пожарных в темное время суток; дублирующие контрольно-измерительные приборы и си-

стему пуска стартера из насосного отделения; отопление кабины боевого расчета.

Электрооборудование АЦ, производимых предприятиями России, идентично. Поэтому рассмотрим его на примере наиболее массовых АЦ.

Дополнительное оборудование АЦ-40 (131)137. Размещение дополнительного оборудования показано на рис. 5.



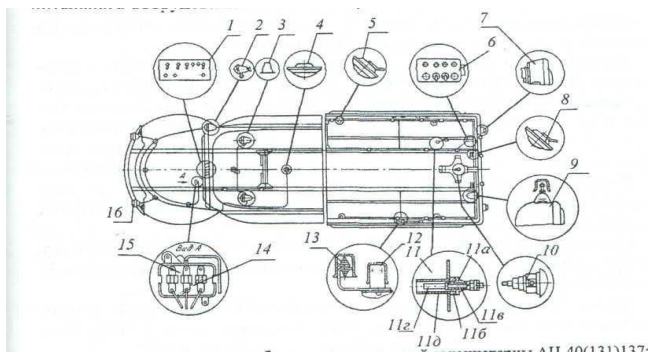


Рис. 67 Дополнительное оборудование пожарной автоцистерны АЦ40(131)137:

1 - щиток приборов у водителя; 2 - фара-прожектор; 3 - сигнальные фары; 4, 5 и - плафоны освещения; 6 - щиток приборов насосного отделения; 7 - задние фонари; - задняя фара; 10 - лампа подсвета вакуумного клапана; 11 - датчик для определения количества воды в цистерне; 12 - выключатели отсеков кузова; 13 - диоды; 14 - биметаллический прерыватель; 15 - блок предохранителей; 16 - противотуманные фары

### **Механизмы трансмиссии и управления пожарных автомобилей.**

Трансмиссией называется совокупность кинематически связанных между собой механизмов и агрегатов, предназначенных для передачи мощности (крутящего момента) от двигателя к потребителям (к ведущим колесам, специальным агрегатам и т.п.).

На основных пожарных автомобилях, имеющих специальные агрегаты (пожарный насос), кроме основной трансмиссии для привода ведущих колес устанавливают дополнительную трансмиссию.

Основная трансмиссия состоит из механизма сцепления, коробки передач, карданной передачи, главной передачи, дифференциала и полуосей. На автомобилях с колесной формулой 4x4, 6x6 кроме этого устанавливают раздаточную

коробку, которая распределяется передаваемую мощность на передние ведущие колеса.

Как правило, на пожарных автомобилях для привода специальных агрегатов применяются двигатели базового шасси. Только на передвижных насосных станциях и пожарных автомобилях аэродромной службы (тяжелого типа) имеется отдельный двигатель для привода насоса.

На пожарных автомобилях устанавливают следующие виды дополнительных трансмиссий: механические, гидравлические, электрические и комбинированные. Для привода пожарного насоса наибольшее распространение имеет дополнительная механическая трансмиссия, которая состоит из коробки отбора мощности (КОМ), карданных валов, промежуточных опор и системы управления трансмиссией.

Схемы дополнительных трансмиссий определяются особенностями базового шасси и размещением насоса на пожарном автомобиле.

В конструкциях основных пожарных автомобилей насосные установки имеют среднее или заднее расположение. При этом в зависимости от конструктивных особенностей базовых шасси наибольшее распространение получили следующие варианты схем компоновки дополнительных трансмиссий:

*вариант 1* (рис.68.а) применяют на пожарных автомобилях АЦ – 40(431410)-63Б, АЦ-40(131)-137А, АЦ-2,540(433362)ПМ-540, АЦ-1,0-4/400(5301)ПМ-542Д, АЦ-5-40(43101)ПМ525А, АЦ-3-40(43206)1МИ и др. Пожарный насос в этих АЦ размещается в заднем отсеке.

Разновидность первого варианта является схема со средним расположением насоса (см.рис.6.б) применяемая на пожарных автомобилях АЦ-40(43202)186, АЦ-4,0-40(5557)9ВР, АНР40(130)-127А, АЦ-2,5-40(433362)ПМ-577 и др. Отличительной особенностью такой схемы является более укороченная длина карданной передачи, не имеющей промежуточной опоры. В обеих схемах варианта I крутящий момент от двигателя 1 передается через механизм сцепления 2,

коробку передач 7, коробку отбора мощности 3, карданную передачу 4 и вал пожарного насоса 6. Карданная передача при заднем расположении насоса имеет две промежуточные опоры 5.

*вариант II* (см.рис.68.в) осуществляют на автоцистернах АЦ-3,2-40(4331)8ВР и др. В данной схеме мощность от двигателя 1 к валу насоса передается через механизм сцепления 2, коробку перемены передач 7, коробку отбора мощности 3 и далее через два карданных вала 4, соединенных на вал насоса 6. Карданная передача от коробки отбора мощности к валу насоса имеет промежуточную опору 5; *вариант III* представлен на рис. 68.г. Такую схему приме-

няют, как правило, на пожарных автомобилях, монтируемых на шасси повышенной проходимости с колесной формулой 4x4. Например, на АЦ-1,6-20(66)ПМ-554 пожарный насос 6 приводится в действие от двигателя 1 через механизм сцепления 2, коробку передач 7, карданный вал 4, раздаточную коробку 8, коробку отбора мощности 3.

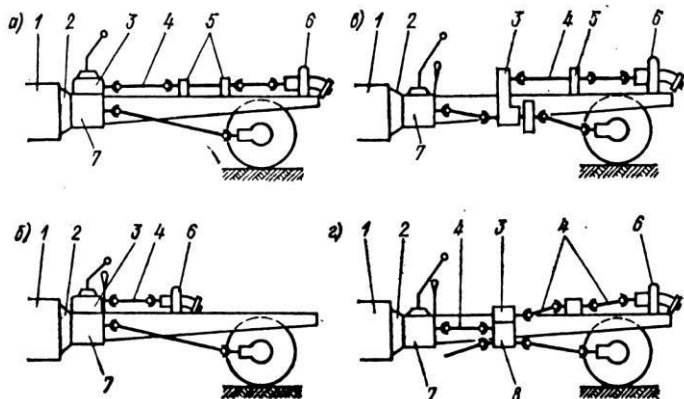


Рис. 68. Схемы дополнительных трансмиссий пожарных автомобилей

а,б – 1-й вариант; в – 2-й вариант; г – 3-й вариант

1 – двигатель; 2 – сцепление; 3 – коробка отбора мощности; 4 – карданный вал; 5 – опоры; 6 – пожарный насос; 7 – коробка передач; 8 – раздаточная коробка.

*Коробкой отбора мощности (КОМ)* называется механизм, предназначенный для отбора части мощности двигателя на привод пожарного насоса и обеспечивающий при этом необходимое соотношение частот вращения между коленчатым валом двигателя и валов центробежного пожарного насоса.

Основными эксплуатационными требованиями, предъявляемыми к коробкам отбора мощности, являются: гарантийный срок службы не менее 5 лет; бесшумная работа под нагрузкой при температуре окружающей среды до 35<sup>0</sup>С; возможность применения того же сорта масла, что и для основных узлов трансмиссий базового шасси.

Коробки отбора мощности характеризуются следующими параметрами: передаваемой мощности  $N_m$ , кВт; частотой вращения выходного вала  $n$ , об/мин; передаточным отношением  $i$  и частоты вращения ведущей и ведомой шестерней; передаваемым крутящим моментом  $M_m$ , Н·м.

В зависимости от принятой схемы дополнительной трансмиссии коробки отбора мощности можно классифицировать на следующие типы:

тип I – применяют в первом варианте схемы дополнительной трансмиссии (рис.6,б); КОМ этого типа устанавливают на верхний фланец корпуса коробки передач вместо её крышки; тип II – выполняется отдельным редуктором, устанавливаемым (рис.6.в) между коробкой передач и пожарным насосом; тип III (рис.6.г) – закрепляется на боковом люке раздаточной коробки.

Коробки отбора мощности I-го типа наиболее распространены в дополнительных трансмиссиях основных пожарных автомобилей. Так на пожарных автомобилях на шасси

ЗИЛ вместо крышки коробки передач устанавливается коробка отбора мощности КОМ-68Б.

КОМ-68Б (рис.7) механическая одноступенчатая с передаточным числом  $u = 1,176$ . Она состоит из чугунного корпуса, который одновременно является крышкой коробки передач. В корпусе кроме деталей механизма переключения передач (рычага переключения передач, ползунов, вилки, фиксаторов, замков и предохранителя заднего хода) размещены детали коробки отбора мощности.

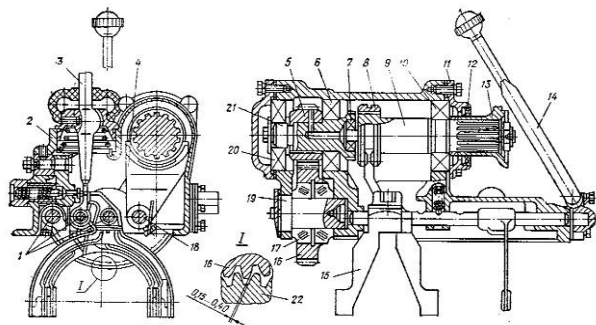
Промежуточная косозубая шестерня 16 вращается на двух конических подшипниках 17, расположенных на неподвижной оси 19, и находятся в постоянном зацеплении с шестерней первичного вала коробки передач 22. Промежуточная шестерня также находится в постоянном зацеплении с ведомой шестерней 5, которая закреплена шпонкой на первичном валу КОМ 21, покоящемся на двух шариковых подшипниках 20 и 6. Первичный вал 21 имеет на конце шлицевой венец и сверление для подвода масла к зубьям шестерни. Вторичный ведомый вал 9 установлен на двух подшипниках 7 и 10, один из которых размещен в гнезде торца первичного ведомого вала, а второй – в корпусе КОМ. При повороте рычага 14 стержень 18 и посаженная на нем вилка 4 перемещаются вперед и вводят соединительную муфту 8, скользящую по шлицам вторичного ведомого вала, в зацепление со шлицами ведомого вала, обеспечивая вращение этих двух валов как единого целого. Стержень 18 включения КОМ фиксируется шариком в двух положениях «Включено» и «Выключено». Фланцевая муфта 13 вторичного ведомого вала обеспечивает его соединение с карданной передачей на привод пожарного

Шестерни и подшипники КОМ смазываются разбрызгиванием масла, заливаемого в коробку перемены передач.

Собранная КОМ фиксируется двумя установочными винтами (передний – правый и задний – левый) на верхнем фланце коробки передач вместо ее крышки.

Для включения КОМ при работе насоса от водоисточника необходимо выключить сцепления, рычаг коробки передач поставить в нейтральное положение, а рычаг КОМ перевести «на себя».

КОМ-68Б позволяет осуществлять привод насоса как при работе на стоянке, так и при движении пожарного автомобиля на первой и второй передаче. Чтобы включить КОМ для работы насоса при движении пожарного автомобиля, необходимо выжать педаль сцепления, перевести рычаг КОМ «на себя», включить первую или вторую передачу, а затем плавно отпустить педаль сцепления.



ис.69 Коробка отбора мощности КОМ-68Б

1-шток переключения передач; 2-корпус; 3-рычаг переключения передач; 4вилка включения КОМ; 5-шестерня ( $Z=17$ ); 6,7,10,20-подшипник; 8-муфта; 9вал вторичный; 11-крышка; 12-сальник; 13-муфта фланца; 14-рукоятка; 15вилка переключения передач; 16-шестерня ( $Z=41$ ); 17-роликподшипник; 18стержень включения КОМ; 19-ось шестерни; 21-вал первичный; 22-шестерня первичного вала коробки передач;

Передача крутящего момента от фланцевой муфты ведомого вала коробки отбора мощности к валу пожарного насоса осуществляется карданной передачей, которая состоит из карданных валов и промежуточных опор. Карданная передача позволяет соединять валы, геометрические оси которых не находятся на одной прямой линии.

В дополнительной трансмиссии отечественных пожарных автомобилей применяются полые карданные валы грузовых

автомобилей с жесткими карданными шарнирами и телескопическим шлицевым соединением. Карданный шарнир обеспечивает передачу крутящего момента при стыковании валов между собой под углом до  $15^{\circ}$ . Телескопическое шлицевое соединение компенсирует возможное изменение расстояния между агрегатами.

На рис.8 показан общий вид карданной передачи привода насоса пожарной автоцистерны АЦ – 40(431410)-63Б, которая состоит из двух карданных валов 3 от автомобиля ГАЗ-51, промежуточного вала 4, закреплённого в двух опорах, установленных на кронштейнах рамы через резиновые втулки 5, выполняющие роль амортизатора. Аналогичные амортизационные подушки 6 имеются под передней и задней опорами центробежного пожарного насоса 7.

На пожарных автоцистернах на шасси ЗИЛ со средним расположением пожарного насоса в дополнительной трансмиссии установлен один карданный вал от автомобиля ГАЗ-69.

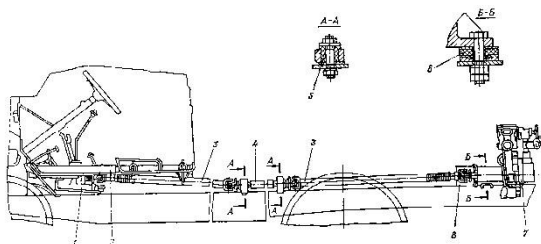


Рис.69. Дополнительная трансмиссия пожарной автоцистерны АЦ – 40(431410)-63Б

1-коробка отбора мощности; 2-кожух; 3-вал карданный; 4-вал промежуточный; 5-втулка; 6-подушка; 7-пожарный насос; 8-уплотнение.

Техническое обслуживание дополнительной трансмиссии пожарного автомобиля производится в плановом порядке\* для предупреждения неисправностей.

Перед вводом в эксплуатацию производится обкатка дополнительной трансмиссии совместно с обкаткой пожарного

насоса. Обкатку пожарного насоса ПН-40УВ(имеет наибольшее распространение) следует проводить в течении 20 часов

В процессе обкатки трансмиссии необходимо следить за частотой вращения вала по тахометру пожарного насоса, проверять нагрев КОМ и отсутствие подтекания масла, следить за отсутствием повышенных шумов и вибраций элементов дополнительной трансмиссии. Работа КОМ считается удовлетворительной, если в процессе её обкатки и дальнейшей эксплуатации не прослушивается повышенный шум (не более 90 дБ), а температура масла в картере не превышает 110 °С.

#### Примерные режимы обкатки пожарного насоса ПН-40УВ

Режим	Частота вращения вала насоса, об/мин.	Продолжительность работы, ч.
1	1300-1600	2
2	1450-1750	3
3	1700-2000	5
4	1850-2150	5
5	2000-2300	3
6	2100-2400	2

После окончания обкатки масло из картера коробок необходимо слить, коробки промыть, залить в них свежее масло в соответствии с картой смазки пожарного автомобиля (см. Инструкцию по эксплуатации пожарного автомобиля). Проверить боковой зазор в зацеплении шестерни первичного вала коробки передач и промежуточной косозубой шестерней КОМ и осевой зазор промежуточной шестерни КОМ. Провести работы по дополнительной трансмиссии в объёме первого технического обслуживания.

При ежедневном техническом обслуживании (ЕТО) внешним осмотром определяется отсутствие подтекания масла, наличие наружных повреждений. Проверить лёгкость включения КОМ.



В случае установки в дополнительной трансмиссии редуктора – проверить уровень масла в редукторе по контрольной пробке.

При работе пожарного автомобиля на пожаре следить за отсутствием подтекания масла в коробках передач, отбора мощности, раздаточной коробки. Периодически проверять на ощупь нагрев их картеров. Нагрев считается нормальным, если не вызывает ощущения ожога руки. Убеждаться в отсутствии стуков, посторонних шумов и вибрации валов.

По возвращению в пожарную часть необходимо проверить подтекание масла, нагрев агрегатов трансмиссии. Вымыть, очистить от грязи и протереть все агрегаты трансмиссии. Устранить все дефекты, выявленные на пожаре и при движении пожарного автомобиля.

При первом техническом обслуживании (ТО-1) выполняются работы ЕТО. Кроме того, необходимо проверить люфт в шарнирах и шлицевых соединениях карданной передачи, состояние и крепление промежуточной опоры и опорных пластин игольчатых подшипников, крепление фланцев карданных валов. Подтянуть крепление КОМ. Карданный и промежуточный валы не должны иметь вмятин, вогнутостей. Суммарный люфт карданной передачи не должен превышать  $2^{\text{yx}}$  градусов. Проверить и при необходимости долить масло до уровня контрольной пробки в картеры коробки передач, отбора мощности, раздаточной коробки. Согласно карте смазки пожарного автомобиля (см. Инструкцию по эксплуатации пожарного автомобиля) произвести через пресс-маслёнки смазку опорных подшипников промежуточного вала, шарниров (игл крестовин) и скользящих шлицов карданных валов. Шприцевание производить до выдавливания свежей смазки наружу.

При установке в дополнительной трансмиссии редуктора (для привода насоса высокого давления) – проверить крепление редуктора и после 20 часов работы насосной установки заменить масло (ТАП-15В) в его корпусе.

Второе техническое обслуживание (ТО-2) включает все операции ТО-1 и следующие мероприятия. Проверка герметичности соединений картеров коробок, наличие зазоров в зацеплении шестерён, шлицев и подшипниках (при необходимости отрегулировать). В коробке отбора мощности через каждые 100200 часов работы менять местами подшипники промежуточной шестерни с последующей их регулировкой. Согласно карте смазки пожарного автомобиля (см. Инструкцию по эксплуатации пожарного автомобиля) произвести замену масла в картерах коробки передач, КОМ, раздаточной коробки.

При сезонном техническом обслуживании (СТО) в картерах коробки передач, КОМ, раздаточной коробки заменяют масла соответствующими летнему или зимнему периоду эксплуатации.

**К основным неисправностям дополнительных трансмиссий** пожарных автомобилей относятся:

- шум в коробке отбора мощности. Может возникать при отсутствии смазки, износе или неправильной регулировке подшипников, а также при износе или неправильном зацеплении шестерён; причём сильный стук свидетельствует о серьёзных неисправностях, требующих немедленного выключения КОМ и последующего её ремонта;
- тугое включение коробки отбора мощности. Может быть следствием заедания рычага включения или фиксатора КОМ;
- произвольное самовыключение коробки отбора мощности. Происходит в следствии ослабления пружины фиксатора или износа шестерён;
- вибрация карданной передачи и стуки. Могут быть вызваны ослаблением крепления фланцев карданных валов, погнутостью карданных валов, износом шлицевого соединения, подшипников промежуточной опоры, крестовин и подшипников шарниров. После ремонта карданного вала необходимо проверять его балансировку на специальных стендах. Дисбаланс карданных

валов устраняется при помощи стальных пластинок, привариваемых к трубе вала;

- нагрев корпуса промежуточного вала. Может возникать в следствии износа подшипников промежуточного вала или отсутствия смазки в них; подтекание масла. Возникает в результате износа сальников, повреждения прокладок, неплотного прилегания сочленяемых деталей и устраняется подтягиванием их болтовых соединений; шум в редукторе привода насоса высокого давления. Может быть вызван низким уровнем масла в корпусе редуктора, а также износом шестерён и подшипников.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и состав трансмиссии.
2. Назначение и состав ходовой части.
3. Назначение и состав системы управления.
4. Классификация автомобилей.
5. Система дополнительного охлаждения: назначение и состав.
6. Техническое обслуживание дополнительной системы охлаждения.
7. Дополнительная система подогрева.
8. Отопительно-вентиляционные установки.
9. Дополнительное электрическое оборудование ПА.
10. Коробки отбора мощности: назначение и принцип работы.
11. Коробки отбора мощности: способы установки на ПА.
12. Карданные передачи дополнительных трансмиссий
13. Основные неисправности дополнительных трансмиссий

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

#### Основные пожарные автомобили

#### Цель работы:

1. Изучить назначение и классификацию пожарных автомобилей целевого применения. Рассмотреть устройство и технические характеристики автомобилей целевого применения.

### **Пожарные аэродромные автомобили**

Они предназначены для пожарно-спасательной службы на стартовой полосе аэродромов. Они обеспечивают тушение пожаров в самолётах и вертолётах, проведение работ по эвакуации пассажиров и членов экипажа из самолётов, потерпевших аварию, а также тушение пожаров на объектах в районе аэропортов.

Основным назначением аэродромных пожарных автомобилей является спасение людей в случае авиационной катастрофы. Образующиеся при катастрофе разливы топлива ведут к возникновению быстро распространяющегося фронта пламени, воздействующего на корпус самолета. Исследования показывают, что при исправной теплоизоляции между наружной облицовкой и обшивкой салона период, в течение которого может быть спасена жизнь пассажиров, составляет в среднем 3 мин (но не более 5 мин). Необходимость оперативной доставки к месту лётного происшествия сил и средств тушения требует применения для аэродромных автомобилей тяжелых высокоскоростных шасси. Кроме того, отличительными чертами аэродромных пожарных автомобилей являются их высокие динамические качества, проходимость в условиях бездорожья, способность на ходу подавать огнетушащие вещества и большие объёмы вывозимых ОТВ.

По назначению пожарные аэродромные автомобили разделяются на стартовые и основные.

Стартовые несут службу в непосредственной близости от стартовой взлетной полосы. Наиболее характерные модели – это АА-40(131)139 на шасси ЗИЛ-131 и АА-40(43105)189 на шасси КамАЗ-43105. Кроме обычной комплектации ПТВ, характерной для любого основного пожарного автомобиля общего применения, стартовые автомобили дополнительно вывозят специальный инструмент и оборудование, необходимое для

проведения аварийно-спасательных работ и тушения пожаров на воздушных судах.

В настоящее время самый крупный и тяжелый отечественный аэродромный пожарный автомобиль **АА-15/80-**



Рис.70. Пожарный аэродромный автомобиль АА-15/80-100/3 (790912) ПМ-539

**100/3(790912)ПМ-539** (см. рис. 1) на шасси МЗКТ-790912 создан в ОАО "Пожтехника" в кооперации с фирмой Ziegler (Германия). Автомобиль имеет колёсную формулу 8×8, длину 12 м и полную массу 41,6 т. 470-сильный двигатель обеспечивает хорошие динамические характеристики и максимальную скорость 85 км/ч. Автомобиль с боевым расчетом 3 человека доставляет к месту пожара 14000 литров воды, 1000 л пенообразователя и 100 кг углекислоты. На автомобиле установлена насосная установка фирмы Ziegler FP48/8-2Н с насосом производительностью 80 л/с и напором 100 метров. Для подачи углекислоты на автомобиле вывозятся рукавные катушки, раструб и ствол-пробойник. В передней части автомобиля смонтирована бамперная установка водопенного тушения производительностью (по раствору) 20 л/с,

а на крыше установлен лафетный ствол фирмы Ziegler производительностью 80 л/с.

Автомобиль способен покрывать по ходу движения взлётно-посадочную полосу воздушно-механической пеной, для чего в задней части автомобиля имеется съёмного типа установка из 8-ми ГПС-600.



Рис.71. Пожарный аэродромный автомобиль АА-60(7310)160.01

Кроме того, автомобиль укомплектован специальным инструментом и оборудованием для проведения аварийноспасательных работ при катастрофах на воздушных судах, а также стандартным набором пожарно-технического вооружения пожарной автоцистерны.

Основной пожарный аэродромный автомобиль АА60(7310)160.01 (см. рис. 2) смонтирован на базовом шасси МА37310 высокой проходимости с колесной формулой 8×8.

На автомобиле установлена цистерна для воды емкостью 12 м<sup>3</sup> и бак для пенообразователя 0,9 м<sup>3</sup>.

В кормовой части автомобиля расположен моторнасосный отсек, в котором размещён автономный двигатель ЗИЛ-375 мощностью 180 л.с. с дополнительной системой охлаждения от пожарного насоса, и пожарный насос ПН-60, обеспечивающей подачу 60 л/с при напоре 100 м.

Автономный двигатель дает возможность включать пожарный насос на ходу автомобиля и обеспечивать в движении подачу воздушно-механической пены через лафетный ствол или 4 подбамперных пеногенератора ГПС-600 на задней части автомобиля. Дистанционно управляемый лафетный ствол ПЛС-60 установлен перед кабиной водителя на специальной опоре.

Для тушения пожаров в закрытых объёмах, отсеках самолёта, а также на электроустановках под напряжением в комплект автомобиля входят установки СЖБ-50 и СЖБ-150. Передвижной порошковый огнетушитель ОП-100 может быть применен для тушения алюминиево-магниевых конструкций воздушного судна. Вскрытие фюзеляжа самолета производится дисковыми пилами ПДС-400.

Для обеспечения работы в зимнее время цистерна, бак для пенообразователя и насосный отсек имеют систему обогрева. Для питания этой системы и других потребителей электроэнергии на автомобиле установлен вспомогательный генератор.

Автомобиль укомплектован стандартным для основного ПА общего применения ПТВ и оборудованием.

Далее преподаватели меняются отделениями и каждый преподаватель рассказывает и показывает конкретный автомобиль.

При отработке первого учебного вопроса преподаватели подводят отделения к автомобилю пенного и газового тушения и рассказывают о каждом отделении устройство этих автомобилей.

### **Пожарные автомобили пенного тушения**

Они применяются в тех случаях, когда пожары могут быть наиболее эффективно потушены воздушно-механической пеной.

Их используют для тушения нефти и нефтепродуктов, а также в случае необходимости заполнения воздушно-механической пеной всего объема горящих помещений (трюмов кораблей, кабельных каналов, подвалов и т.п.). Автомобили пенного тушения доставляют к месту пожара личный состав расчета, пенообразователь, пожарное оборудование, технические средства для подачи воздушно-механической пены (генераторы пены средней кратности, дозаторы-смесители для подачи пенообразователя в рукавные линии, переносные пеноподъемники и т.п.). За счёт наличия в комплекте ПТВ специальных пеноспесителей и пенных дозаторов автомобили пенного тушения способны обеспечить одновременную работу большого количества пенных стволов и других средств подачи пены.

Автомобили пенного тушения принципиально мало отличаются от пожарных автоцистерн. В то же время, к ним предъявляются и дополнительные требования, связанные, главным образом, с высокой коррозионной активностью пенообразователя. Для уменьшения скорости коррозии на АПТ принимаются меры для эффективной защиты от коррозии стальных емкостей, либо устанавливают цистерны из нержавеющей стали или стеклопластика.

Долгое время основу парка АПТ составляли автомобили, изготовленные силами ПТЦ или ОТС на базе изготавливаемой в ОАО "Пожтехника" обмывочно-нейтрализационной машины 8Т311. Переоборудование этих машин в АПТ сводится к установке дополнительных навесных отсеков для ПТВ и оборудования. Основные узлы и системы остаются без изменений.

Современные автомобили пенного тушения, как, например, АПТ-7-20(53215) модель ПМ-525 (заводское обозначение автомобиля АВ-20) и АПТ-7-40(53215) модель ПМ-525М (заводское обозначение АВ-40) выпускаются на шасси КамАЗ53215 с колесной формулой 6×4, имеют одинаковые надстройки модульного типа (см. рис. 2.15 "б" и "в") и различаются только типом насосной установки. Используются



насосы ПН-1200ЛА (с левым вращением рабочего колеса и номинальной подачей 20 л/с при напоре 100 метров) и пожарные насосы ПН-40УВ (НЦП-40/100). Цистерны для хранения пенообразователя имеют ёмкость 7,5 м<sup>3</sup> и изготовлены из нержавеющей стали или стеклопластика марки НПТ. По специальному заказу АПТ могут изготавливаться на базе автоцистерн, смонтированных на полноприводных шасси, например, АПТ-5-40(5557) модель ПМ551А.



Рис.72. Пожарные автомобили  
а) ПМ-525; б) ПМ-525М

### Пожарные автомобили порошкового тушения

Они предназначены для тушения пожаров на предприятиях химической, нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности, электрических подстанциях и аэродромах при ликвидации горения щелочных металлов, горючих и

легковоспламеняющихся жидкостей путём подачи на очаг пожара огнетушащего порошка через лафетный и ручные стволы.

Основой такого автомобиля является установка порошкового тушения, смонтированная на стандартном шасси грузового автомобиля, которая состоит из следующих составных частей: емкости для порошка, источника сжатого газа, системы соединяющих трубопроводов, запорной и регулирующей арматуры, лафетных и ручных стволов, контрольных приборов. На отечественных автомобилях порошкового тушения источником сжатого газа являются, как правило, воздушные баллоны. Принцип действия автомобиля основан на подаче аэрированного порошкового состава на очаг пожара аэрозольным способом при рабочем давлении в цистерне 0,43 – 1,2 МПа (в зависимости от модели ПА) за счёт подачи сжатого воздуха из баллонов под аэроднище цистерны. Рабочее давление воздуха в цистерне поддерживается регулятором давления и контролируется с помощью мановакуумметров, расположенных у лафетного ствола и на панели приборов баллонного отсека.

Пожарный автомобиль порошкового тушения АП5(53213)196 изготавливался заводом "Пожмашина" (г. Прилуки) и длительное время был одним из самых распространённых автомобилей этого назначения. На раме автомобильного шасси на двух ложементах установлена и закреплена цистерна для огнетушащего порошка. Количество вывозимого порошка составляет 6300 кг. Между кабиной водителя и цистерной находится баллонный отсек, в котором размещены 10 стандартных 40литровых баллонов для сжатого воздуха. На крыше отсека установлен лафетный ствол, имеющий производительность по порошку 50 кг/сек при дальности струи 34 метра. За баллонным отсеком, в левом отсеке кузова размещена основная часть порошковых коммуникаций, представляющих собой комплекс запорной, предохранительной, регулирующей и контрольной арматуры и трубопроводов, предназначенных для подачи сжатого воздуха в цистерну, выдачи порошка, продувки рукавов и лафетного ствола от остатков порошка после окончания работы. В средних отсеках

кузова размещаются постоянно присоединённые к коммуникациям две рукавные линии длиной по 40 метров с ручными стволами производительностью по порошку 4 кг/сек. при дальности струи 17 метров.

Неустраняемый конструктивный дефект этого автомобиля, проявляющийся в неполной выработке порошка и вызванный чрезмерно большой длиной цистерны, послужил причиной разработки на том же заводе нового порошкового автомобиля АП-4(43105)222. На этой машине короткая ёмкость увеличи-

ченного сечения позволила устранить эффект конусной выработки порошка.

По другому пути пошли конструкторы ОАО "Пожтехника" (г. Торжок), разработавшие новый автомобиль АП-500050(53215)ПМ-567А, в котором огнетушащий порошок общей массой 5000 кг хранится в соединенных системой трубопроводов трех отдельных сосудах емкостью по 2,1 м<sup>3</sup>. Каждый из сосудов смонтирован на отдельном ложементе на раме автомобиля и представляет собой вертикально установленный цилиндр с двумя сферическими днищами.



Рис.73. АП-5000-50(53215)ПМ-567А

В верхней части каждого сосуда имеется люк, закрываемый крышкой; в нижней части расположено аэрационное кольцо.

Крышка люка снабжена засыпной горловиной, предохранительным клапаном и сифонной трубой. В переднем отсеке автомобиля (за кабиной водителя) установлено 15 стандартных 40-литровых баллонов со сжатым воздухом, рабочее давление в которых составляет 15 МПа. Подвод воздуха из баллонов в сосуды (сосуд) осуществляется через аэрационное кольцо. При этом под действием воздуха, проходящего через толщу порошка вверх, происходит перемешивание огнетушащего порошка. Одновременно в верхней части сосуда создается давление и порошок через сифонную трубку и коллектор поступает к лафетному стволу с максимальной подачей 55 кг/с (дальность подачи 50 м) или по двум рукавным катушкам к ручным стволам с максимальной подачей по 5 кг/с.

Система трубопроводов, запорной и регулирующей арматуры позволяет производить выдачу порошка трех сосудов поочередно, одновременно или из любых двух, поддерживая максимальное рабочее давление в сосуде (сосудах) 1,2 МПа.

### **Пожарные автомобили газового тушения**

Они служат для тушения находящегося под напряжением электрооборудования, ценностей в музеях, библиотеках, архивах, а также очагов горения в труднодоступных местах.

Основой таких автомобилей является установка газового тушения.

До последнего времени промышленностью выпускался автомобильный прицеп газового тушения ОУ-400 на шасси автоприцепа ТАПЗ-755А грузоподъемностью 1500 кг. На нём размещались 8 баллонов с диоксидом углерода (углекислотой) по 50 литров и 5 огнетушителей типа ОУ-5. Общая масса вывозимого диоксида углерода составляла 297 кг и позволяла потушить пожар в помещении объёмом около 40 куб. метров. Подача диоксида углерода обеспечивалась по бронированному шлангу общей длиной 80 м или двум шлангам длиной по 40 м. Диоксид углерода мог подаваться в очаг пожара в виде снежной массы при помощи двух стволов-снегообразователей или в виде газа при помощи лома-распылителя.

В настоящее время на шасси УАЗ-3309, ГАЗ-3307 и ЗИЛ4331 создана целая гамма автомобилей газового тушения (см. рис. 5), вывозящих соответственно 250, 600 и 1000 кг углекислоты.



Рисунок 5. слева – АГТ-0,25(3309)ПМ-572, в центре – АГТ-0,6(3307)ПМ-547, справа – АГТ-1,0(4331)ПМ-526.

Все эти машины созданы по одному принципу, который можно рассмотреть на примере АГТ-0,6(3307)ПМ-547 (см. рис. 5 в центре). Автомобиль изготовлен на шасси ГАЗ-3307 с колесной формулой 4×2 и 125-сильным двигателем. Установка газового пожаротушения с массой перевозимого огнетушащего вещества (углекислоты) 600 кг размещена в специальном кузове и состоит из 4 баллонных секций по 6 баллонов в каждой, распределительной арматуры и 4 рукавных линий, присоединённых к коллектору и оборудованных раструбами или ломами пробойниками. Каждый 40-литровый баллон содержит 25 кг двуокиси углерода. Распределительная арматура позволяет задействовать секции поочерёдно, одновременно или в любой комбинации. Время выпуска всей углекислоты составляет 720 секунд.

В ходе занятия преподаватель задает вопросы курсантам и оценивает их ответы.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Особенности конструкции аэродромных автомобилей.
2. Пожарный аэродромный автомобиль АА-15/80-100/3 (790912) ПМ-539.
3. Пожарный аэродромный автомобиль АА-60(7310)160.01.
4. Автомобиль ПМ-525М.

5. Автомобиль АП-5000-50(53215)ПМ-567А.
6. Автомобили газового тушения.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

### Специальные пожарные автомобили

**Цель работы:** Изучить конструктивные особенности специальных пожарных автомобилей.

#### **Автолестницы**

Автолестницы и автоподъемники предназначены для доставки к месту пожара боевого расчёта и пожарно-технического вооружения, проведения аварийно-спасательных работ на высоте и подачи огнетушащих веществ на высоту, а также возможно использование в качестве крана при сложенном комплекте ко-

лен **Общее устройство:**

Основой для монтажа узлов и агрегатов служит рама автомобиля и сварная металлическая платформа, прикрепляемая к раме. В передней части платформы за кабиной водителя закреплена опорная рама (опорная стойка), на которую опирается комплект колен в исходном положении. Конструктивными элементами являются: *дополнительная силовая передача с*

*гидросистемой, опорная база, башенный механизм, комплект колен, пульт управления,*

*дополнительное электрооборудование с сигнальными и блокирующими устройствами.*

Дополнительная силовая передача служит для передачи крутящего момента от двигателя к гидронасосу. Он включает в себя КОМ.

Работа узлов и механизмов автолестниц обеспечивается гидросистемой.

**Гидросистема** включает в себя гидронасос, бак для рабочей жидкости, фильтр, гидромотор поворота. Гидронасос аксeально-поршневого типа. Он состоит из корпуса, вала насоса, блока цилиндра, поршней.

**Опорная база** - предназначена для обеспечения их устойчивости во время работы. Она состоит из опорной рамы, 4 выдвигных опор (аутригеров), механизма выключения рессор и золотников управления, расположенных в платформе. Опорная рама устанавливается в задней части рамы автомобиля на лонжеронах и представляет собой сварную металлическую конструкцию.

Аутриггеры состоят из подвижной части в движение которая приводится с помощью гидроцилиндров.

**Механизм выключения рессор** - предназначен для блокировки задних рессор, увеличения жесткости опорной базы, а следовательно повышения устойчивости автолестницы при работе. Он состоит из замка цилиндра, гидрозамка и стального каната, который прикреплен к кожухам задних мостов. При подаче масла в цилиндр через гидрозамок шток закрывается и натягивает канат, при этом перемещение рессоры исключается.

**Подъемно-поворотное устройство** – служит опорным основание для комплекта коленьев и обеспечивает подъем, опускание и поворот лестницы. Внутри поворотной рамы на поворотном круге и на подъемной раме размещены все механизмы привода лестницы.

Поворотный круг состоит из неподвижной и подвижной частей, имеет неподвижное и подвижное кольца. На неподвижном кольце с внутренней стороны имеется зубчатый Веней, в зацепление с которым входит ведущая шестерня механизма поворота автолестницы и перемещается по венцу при повороте комплекта коленьев внутри оси.

**Механизм выдвигания колен** автолестниц состоит из гидромотора, червячного редуктора на барабан, системы блоков и канатов. При подаче рабочей жидкости в гидромотор вращение его вала передается через червячный редуктор на барабан, на который наматывается канат, тем самым обеспечивает выдвигание колен. При аварийном падении давления рабочей жидкости на конце червячного редуктора срабатывает тормозное устройство, аналогичное по конструкции гидрозахвату цилиндра подъема.

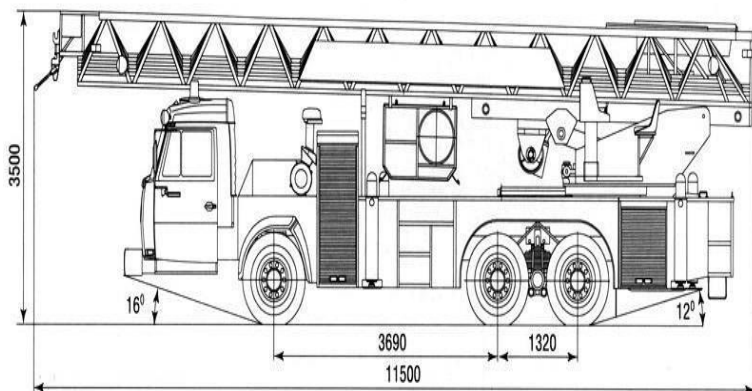


Рис. 75 Автолестница. Общий вид



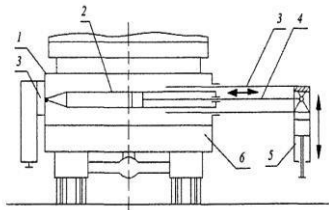


Рис.76 Выдвижные гидравлические опоры выключения ры

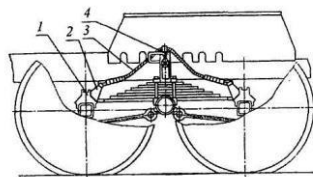


Рис.77 Механизм рессор

### **Автоподъемники.**

Предназначены для доставки к месту пожара боевого расчёта и пожарно-технического вооружения, проведения аварийно-спасательных работ на высоте и подачи огнетушащих веществ на высоту. Они бывают: телескопические АПК — с телескопическим соединением

колен коленчатые АПК - с шарнирным соединением колен

коленчато-телескопические АПК - с шарнирно-телескопическим соединением колен

Главные механизмы и агрегаты АПК базовое шасси. Опорная база, подъемно-поворотная рама, звенья подъемника, механизмы подъема и поворота, органы управления. В верхней части находятся лафетный ствол ПЛС-20 или гребенка для подачи одновременно 4 стволов ГВП-600.

По сравнению с АЛ имеют большую маневренность.



Рис.78 Автоподъемники. Общий вид и вид с разложенной стрелой

### **Пожарные рукавные автомобили**

Они предназначены для механизированной прокладки и уборки магистральных рукавных линий и работают в комплексе с передвижными насосными станциями.

Устройство пожарного рукавного автомобиля можно рассмотреть на примере АР-2(43114)ПМ-538.

На раме шасси автомобиля установлен цельнометаллический кузов, оборудованный боковыми и задними дверями. Внутреннее пространство кузова разделено перегородкой на два отсека: передний – для размещения рукавного оборудования и задний – для укладки напорных рукавов.

Задний отсек кузова разделен легкосъёмными стойками на продольные секции, в которых "гармошкой" уложены рукава диаметром 77 мм, 89 мм (по специальному заказу) и 150 мм, соединенные между собой в три магистральные линии. Общий запас рукавных линий более 2000 метров. В задней части автомобиля для складывания использованных рукавов в кузов, установлен механизм уборки и намотки рукавов с гидравлическим приводом. Управление механизмом уборки рукавов осуществляется дистанционно с выносного пульта.

Задняя стенка кузова оборудуется двухстворчатыми дверьми; при прокладке рукавов двери открываются и фиксируются в открытом положении. Нижняя задняя и боковая двери с правой стороны в открытом положении образуют площадку для оператора, наблюдающего за выкладкой рукавов.

Скорость движения автомобиля при прокладке рукавной линии 8-10 км/час.

В переднем отсеке кузова вывозятся лафетные стволы ПЛС-П20, разветвления РУ-150А, рукавные зажимы и другое рукавное оборудование.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Назначение и основные элементы конструкции автолестницы

Назначение и основные элементы конструкции автоподъемника

Назначение и основные элементы конструкции рукавного автомобиля.

Классификация и маркировка пожарных автомобилей

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12

#### **Вспомогательные пожарные автомобили**

**Цель работы:** изучить разновидности и назначение вспомогательных пожарных автомобилей; выяснить особенности их конструкции.

#### **Вспомогательные пожарные автомобили**

Пожарные автомобили подразделяются на основные, специальные и вспомогательные.

Вспомогательная техника делится на:

1. Вспомогательные автомобили
2. Автомобили приспособленные для тушения пожаров

Вспомогательные автомобили предназначены для обеспечения повседневной деятельности ГПС (они не участвуют в пожаре). К ним относятся:

1. Автотопливозаправщики
2. Передвижные авторемонтные мастерские
3. Агитационные автомобили
4. Автобусы
5. Легковые и грузовые автомобили
6. Трактора и другие автомобили, которые вводятся на вооружение пожарных частей для выполнения вспомогательных работ.

Например, нужно привести в часть пожарные рукава, ПТВ, песок, цемент и другой строительный материал для этого применяют грузовую технику которая называется – хозяйка

Для доставки людей, или для смены караула на пожаре при крупном пожаре используют **автобусы**. Также они выполняют и агитационную функцию.

У руководства частей имеются **легковые** автомобили, они используются для перевозки людей.

**Автотопливозаправщики** предназначены для доставки пожарным частям горюче-смазочных материалов, а также для заправки топливом и маслом пожарных машин при работе их на пожарах и ликвидации последствий аварий

К ним относятся передвижные автозаправочные станции (ПАЗС), механизированные заправочные агрегаты (МЗА), бензовозы и топливозаправщики

**Передвижные авторемонтные мастерские** – применяются для обслуживания и ремонта пожарной техники в подразделениях пожарной охраны, расположенных далеко от технических частей и отрядов технической службы или для срочного ремонта на крупном пожаре. По назначению ремонтные мастерские разделяются на мастерские **общего** назначения и **специального**. Передвижные ремонтные мастерские **общего** назначения осуществляют текущий ремонт на пожаре и проведение техосмотров, замену деталей и агрегатов при

поломках и авариях, а также обеспечивают проведение технического обслуживания пожарных машин.

Специальные ремонтные мастерские предназначены для обслуживания и ремонта пожарного оборудования и специальной техники (изолирующих аппаратов, пожарных рукавов, средств связи и другие). У таких автомобилей в специальном унифицированном металлическом кузове размещается оборудование, приспособления, принадлежности и инструмент. Например, ремонтная мастерская по ремонту дыхательных аппаратов (в качестве источника электроэнергии на автомобиле устанавливается генератор

### **Техника, приспособленная для целей пожаротушения.**

В сельской местности пожары бывают в жилом секторе, объектах сельскохозяйственного производства социальнокультурных сооружениях. Эти объекты размещаются на значительных территориях в населенных пунктах от нескольких десятков до нескольких сотен человек. Эти населенные пункты могут находиться на значительных расстояниях друг от друга, районных центров и городов. Особенностью их дислокации является то, что они в большинстве случаев соединены грунтовыми дорогами. Кроме того в них нет водопроводных сетей. Следовательно, воду на пожар можно забирать из естественных или искусственных водоемов или, если имеются, из водонапорных башен.

Именно эти особенности обусловили то, что в с\х районах тушение пожаров проводят добровольные пожарные дружины. Эти подразделения имеют на вооружении, как пожарные автомобили, так и широко используют с\х технику различного назначения специально приспособленную для тушения пожаров.

Для тушения пожаров в сельских и других населенных пунктах и на объектах промышленности применяется ряд пожарных автоцистерн и рекомендуется автоцистерна пожарная упрощенная АПУ).

ТТХ автоцистерн

<b>Показатели</b>	<b>АЦ-30(66) Мод.146</b>	<b>АЦ-30(66) Мод. 184</b>	<b>АПУ-10 (5314-01)</b>
Тип шасси	ГАЗ-66-01	ГАЗ-66-01	ГАЗ-531201
Колесная формула	4x4	4x4	4x2
Мощность двигателя, кВт	84,6	84,6	87,7
Максимальная скорость, км\ч	85	85	80
Вместимость цистерны, л	1500	1600	4000
Насос	ПН-40У	ПН-40У	НШН-10
Подача насоса,л/с	30	30	10
Напор развиваемый насосом, м	80	80	65
Вместимость бака пенообразователя, л	Из посторонней емкости	100	-

### **Техника народного хозяйства**

Многие хозяйственные машины могут быть приспособлены для доставки и подачи огнетушащих средств на тушение пожаров, проведения спасательных работ, разборки конструкций, создания заградительных полос и т.д. В этих целях заблаговременно изготавливают в зависимости от вида техники переходные соединения для подключения напорных и всасывающих рукавов к насосам и емкостям, а машины комплектуют необходимыми рукавами, стволами и др. пожарно-техническим вооружением, брезентовыми или металлическими съемными емкостями для воды.

### **Пожарно-хозяйственные автомобили**

Пожарно-хозяйственные автомобили предназначены для доставки и подачи воды на тушение пожара. Они могут работать

с установкой и без установки на водоисточники. К ним относятся грузовые автомобили, на переднем бампере которых устанавливают навесные самовсасывающие насосы НШН-600, НШН1200, НКФ-54А, СВН-80 и др.

### **Передвижные насосные станции**

СНП-500/10, СНП-240/30, КНП-150/5А, СНП-120/30, СНП-50/80 и др. предназначены для подачи воды из водохранилищ (рек, озер, прудов) в оросительные системы по специальному напорному трубопроводу, имеющему быстросборные соединения шарового типа. Станции представляют собой агрегаты, состоящие из двигателя и центробежного двухколесного насоса, смонтированного на одном прицепе или раме-салазках. Транспортируют станции с помощью трактора.

### **Грузовые автомобили и тракторы с навесными насосами**

Грузовые автомобили и тракторы с навесными насосами используют для тушения пожаров при заборе воды из открытых водоисточников. Преимущество тракторов, особенно на гусеничном ходе, заключается в том, что они могут забирать и подавать воду для тушения пожаров из водоисточников, к которым не могут подъехать пожарные автомобили.

Поливочно-моечные автомобили состоят из цистерны, всасывающего трубопровода с моечными насадками, поливочными распылителями и задвижками. Центробежные насосы поливно-моечных автомобилей оборудованы вакуум-аппаратами для подсасывания воды к насосу. На напорном распределительном трубопроводе вместо насадков устанавливают переходные устройства для присоединения напорных пожарных рукавов и подачи стволов на тушение пожара.

### **Транспортные автоцистерны**

Транспортные автоцистерны используют для доставки к месту пожара воды и подачи ее на тушение пожара. Автоцистерну заполняют водой через горловину или из водоема с помощью насоса. При заборе воды из водоема насос заливают водой через специальный патрубок во всасывающей магистрали, всасывающий рукав опускают в водоем, навинчивают заглушку на напорный трубопровод насоса, открывают краны на всасывающем и напорном патрубках насоса и включают его.

Для подачи воды из цистерны на пожар к напорному трубопроводу насоса присоединяют переходную головку, к ней напорный рукав диаметром 51 мм со стволом Б, затем открывают кран на всасывающем трубопроводе. Для подачи воды из цистерны в насос открывают кран на напорном трубопроводе “Подача воды в рукавную линию” и включают насос.

### **Автожигеразбрасыватели и разбрасыватели жидких удобрений**

Жигеразбрасыватели и разбрасыватели жидких удобрений, особенно с цистернами большой емкости, можно использовать для подвоза воды на пожар. Вода из цистерны сливается в водоем, др. емкость и цистерну пожарного автомобиля через заправочную штангу при создании избыточного давления вакуумным насосом и при открытом всасывающем затворе.

Ознакомившись с данной информацией можно сделать вывод что приспособленная техника классифицируется на

Техника, имеющая емкость

Техника, имеющая насосы

Техника, имеющая емкость и насос

Техника, не имеющая ни насоса ни емкости.

Также как приспособленную технику можно использовать пожарную технику на гусеничном шасси, на базе ж/д транспорта, плавучих и летательных средств.

**Пожарный поезд** Он предназначен для:



Ликвидации пожаров и проведение, связанных с ними, АСР на объектах и в передвижном составе ж\д транспорта

Оказания помощи при авариях, крушения, стихийных бедствиях и др.ЧС сопровождающихся пожарами.

На вооружение военизированной охраны используются пожарные поезда двух категорий

Первой категории включает:

Один четырехосный цельнометаллический вагон, в котором размещается личный состав, АЦ, насосные установки, электростанция, ПТВ, оборудование и средства пожаротушения;

Две цистерны для хранения воды, вместимостью 72,3 или 50 м<sup>3</sup>

Один четырехосный вагон-перекачивающая станция (для размещения насосной установки и дизель электропитания);

Одна цистерна-приемник, вместимостью 50-70 м<sup>3</sup> , для перекачки нефтепродуктов;

Одна платформа (или вагон) под нейтрализующие материалы.

Типовой табель пожарного поезда второй категории включает в себя:

Один четырехосный цельнометаллический вагон

Водонасосную станцию;

Две цистерны для хранения воды, вместимостью 73,1 или 50 м<sup>3</sup>

Платформа для транспортной системы комбинированного пожаротушения.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13

### **Оценка технического состояния пожарной техники. Диагностирование пожарных автомобилей**

**Цель работы:** научить студентов определять техническое состояние пожарной техники; научить планировать и организовывать проведение диагностики ПТ

#### **Организация проведения технического обслуживания и ремонта в части**

Диагностирование – это процесс определения технического состояния автомобиля, его агрегатов, узлов, механизмов, приборов и систем без их разборки с определенной точностью.

Цель диагностирования при ТО заключается в определении потребности проведения отдельных операций технического обслуживания, прогнозирования момента неисправного состояния и оценке качества выполнения работ.

Цель диагностирования при ремонте заключается в выявлении неисправного состояния, причин его возникновения и установлении наиболее эффективного способа устранения.

Диагностирование может быть общим и поэлементным. Общее диагностирование производится для определения работоспособности автомобиля, агрегатов, узла, механизма и системы в целом по обобщенным диагностическим параметрам.

Для определения потребности пожарного автомобиля, агрегата, механизма или прибора в обслуживании или ремонте применяются нормативные значения диагностирующих параметров.

При диагностировании измеряют фактическое значение параметра технического состояния автомобиля или его агрегата, сравнивают с допусковым или предельным значением параметра и выносят решение о необходимости регулировки или ремонта механизма. Регулировочные работы, не требующие

значительных трудовых затрат, выполняются при диагностировании.

Диагностирование пожарных автомобилей и оборудования производят на посту технического диагностирования в ПТЦ, отряде (части) технической службы, на постах ТО в подразделениях или с применением автомобилей диагностики. По результатам диагностирования заполняется диагностическая карта и дефектовочная ведомость.

Форма диагностической карты и нормативные значения диагностических параметров приведены в Рекомендациях по применению передвижных авторемонтных мастерских (ГУГПС МВД России от 8.07.94г. № 20/4.1/1211).

Техническое обслуживание пожарных машин производится в помещениях или постах, обеспеченных естественной и принудительной вентиляцией. При этом должны выполняться следующие основные требования:

а) после установки автомобиля на осмотровой канаве на рулевом колесе укрепляют табличку “Двигатель не запускать — работают люди”. Перед въездом 'или съездом с канавы, эстакады, напольного подъемника необходимо убедиться в отсутствии предметов или людей на пути движения автомобиля. При установке автомобиля на пост технического обслуживания следует затормозить его стояночным тормозом, выключить зажигание, включить низшую передачу в коробке перемены передач, под колеса положить не менее двух упоров (башмаков);

б) запрещается производить работу без специальных упоров-козлов), предохраняющих от самопроизвольного опускания автомобиля или его отдельных частей, при работах, требующих поднятия автомобиля с помощью домкратов, талей и прочих подъемных механизмов;

в) при поднятии (вывешивании) одного колеса (оси) рядом с домкратом ставится упор (козел), а под колеса другого моста ставятся “башмаки”. Перед началом обслуживания на механизме управления подъемником вывешивают табличку “Не трогать — под автомобилем работают люди”. Запрещается поднимать или вывешивать автомобиль за буксирные крюки. Во избежание

самопроизвольного опускания вывешенного автомобиля под раму гидравлического подъемника подставляют регулируемые по высоте упоры - штанги;

г) запрещается выполнять техническое обслуживание автомобиля при работающем двигателе, за исключением случаев проверки регулировки двигателя и тормозов;

д) работа двигателя проверяется при включенном стояночном" тормозе и нейтральном положении рычага переключения передач" (при этом включается вытяжная вентиляция и используются газоотводы);

е) при техническом обслуживании разрешается пользоваться только исправным и соответствующим своему назначению инструментом.

Запрещается применение рычагов или надставок для увеличения плеча гаечных ключей;

ж) шиномонтажные работы производить только специальным съемником, в предназначенном для этого месте.

Запрещается выбивать диски кувалдой, производить демонтаж колеса путем наезда на него автомобилем и т. п.

Накачивание смонтированной шины разрешается производить в специальном ограждении или с применением других устройств, предохраняющих выскакивание замочного кольца и разрывы покрышки, что может нанести травму производителю работ;

з) при работах, связанных с проворачиванием коленчатого и карданного валов, необходимо дополнительно проверить выключение зажигания, а рычаг коробки передач установить в нейтральное положение, освободить рычаг стояночного тормоза, а после их выполнения затянуть стояночный тормоз и вновь включить низшую передачу;

и) запрещается обслуживание трансмиссии при работающем двигателе;

к) на агрегатно-механическом участке для выполнения монтажно-демонтажных работ при ремонте агрегатов используют стенды, соответствующие своему назначению.

Корпуса электродвигателей, станков и оборудования, а также пульты управления надежно заземляют.

Запрещается работать на станках и оборудовании без их заземления;

л) паяльные лампы, электрический и пневматический инструмент выдается только рабочим, прошедшим инструктаж и знающим правила обращения с ним. Запрещается пользоваться электроинструментом с неисправной изоляцией токоведущих частей или при отсутствии у них заземляющего устройства;

м) при снятии и постановке рессор необходимо предварительно разгрузить их путем поднятия рамы и установки ее на козлы. Выполнять какие-либо работы на автомобиле, вывешенном только на одних подъемных механизмах (домкратах, таях и т. д.), запрещается. Нельзя подкладывать под вывешенный автомобиль диски колес, кирпичи, камни и другие посторонние предметы.

Подъемники и домкраты испытываются один раз в 6 месяцев статической нагрузкой больше предельно допустимой по паспорту на 10% в течение 10 мин. с грузом в верхнем крайнем положении. У гидравлических домкратов падение давления жидкости к концу испытания не должно быть более 5%. Все результаты испытаний заносятся в специальный журнал.

### **Пост ТО и диагностирования.**

К работе на диагностических стендах с приспособлениями и приборами допускаются операторы, прошедшие специальный инструктаж по технике безопасности и изучившие правила эксплуатации диагностического оборудования.

Пульты управления, аппаратные шкафы, блоки барабанов, роликов и другое электротехническое оборудование поста диагностики должны быть надежно заземлены.

Запрещается работать на стендах при снятых кожухах, щитах, ограждениях.

Перед ремонтом, техническим обслуживанием или монтажом узлов с электрооборудованием со стендов необходимо

снимать (отключать) напряжение. При подготовке к работе необходимо проверить крепление всех узлов и деталей, наличие, исправность и крепление защитных ограждений и заземляющих проводов; исправность подземных механизмов и других приспособлений; достаточность освещения рабочего места и путей движения автомобиля.

Запрещается во время работы стендов открывать пульт управления, доводить частоту вращения ротора электрической машины выше допустимой.

Автомобиль устанавливает и закрепляет на стенде только оператор. Закрепление автомобиля на стенде осуществляется фиксирующим устройством и башмаками, которые подкладываются под оба передних или оба задних колеса. Во время работы автомобиля на стенде вращающиеся детали стенда и колеса автомобиля должны быть ограждены; отработанные газы из глушителя автомобиля должны принудительно отводиться через местный отсос с помощью накидного шланга через газоотвод или бесшланговую отсосу. Выезд автомобиля со стендов осуществляется оператором при поднятых пневмоподъемниках или застопоренных барабанах. При этом все датчики подключенных приборов должны быть отключены и сняты с агрегатов. Заборник отработавших газов должен быть отведен в сторону.

Один раз в месяц необходимо открывать люки, крышки электрических машин и продувать сжатым воздухом контактные кольца, щетки и щеткодержатели для удаления меднографитовой пыли. В конце каждой смены следует обесточить стенд рукояткой « предохранитель» , «рубильник», закрыть краны топливных баков, топливомеров, перекрыть вентиль подачи сжатого воздуха. При длительных перерывах в работе необходимо слить топливо из стеклянных расходомеров и резиновых трубопроводов.

## **Обеспечение безопасности работ**

**При стендовом диагностировании категорически запрещается:**

а) находиться в осмотровой канаве и стоять на пути движения автомобиля в момент заезда его на стенд и съезда со стенда;

б) работать на стенде без полной фиксации автомобиля;

в) находиться посторонним лицам в осмотровой канаве во время диагностирования автомобиля, стоять на беговых барабанах (роликах);

г) касаться вращающихся частей трансмиссий автомобиля и тормозной установки во время работы стендов;

д) вскрывать задние стенки пультов управления и регулировать устройства и приборы стенда при включенном рубильнике электроснабжения;

е) производить диагностирование автомобилей при неисправном электрооборудовании стенда;

ж) производить диагностирование на ходу автомобиля при неподключенном заборнике отработанных газов и выключенной приточно-вытяжной вентиляции;

з) включать различного рода соединительные муфты до полной остановки электротормозного стенда и беговых барабанов и разливать или разбрызгивать бензин при подключении прибора для замера расхода топлива) производить контроль диагностических параметров, связанных с раскруткой проверяемого автомобиля стендом, без оператора за рулем автомобиля.

На постах диагностирования помещаются правила техники безопасности а также плакаты по безопасным приемам работы.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Диагностирование, его цель при ТО и ремонте.
2. Основные требования при ТО пожарных машин.
3. Обеспечение правил безопасности на посту ТО.

#### 4. Обеспечение безопасности при диагностировании.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданов М.И., Архипов Г.Ф., Мясников Е.И. Справочник по пожарной технике и тактике. Учебное пособие: УГПС СПб ЛО МЧСМ России.2002, 120 с.
2. Григорьев С.П. Практика слесарно-сборочных работ: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 1985. – 280 с.
3. Иванов А.Ф., П.П. Алексеев, М.Д.Безбородько. Пожарная техника» Учеб. Для пожарно-техн.училищ. В 2 ч. Ч. 1 Пожарно-техническое оборудование-М.: Стройиздат, 1988.-408 с.
4. Макиенко Н.И. Практические работы по слесарному делу: Учебное пособие для проф. учеб. заведений. – М.: Высшая школа, 1999. – 192 с.
5. Покровский Б.С. Основы технологии сборочных работ: Учебное пособие для нач. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 160 с.



6. Степанов К.Н., Повзик Я.С., Рыбкин И.В. Пожарная техника. Справочник: М.: ЗАО «Спецтехника», 2003, 400с.
7. Степанов К.Н., Повзик Я.С., Рыбкин И.В. Пожарная техника. Справочник: М.: ЗАО «Спецтехника», 2003, 400 с.
8. Таневицкий И.В. Оборудование для ведения спасательных работ и эвакуации людей. Ч.1,2. Учебнометодическое пособие. СПб.:СПбВПОТШ МВД РФ, 1996г.
9. Терехнев В.В., Терехнев А.В. Управление силами и средствами на пожаре. Учебное пособие / Под ред. д-ра. техн. наук, проф. Мешалкина Е.А. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. - 261 с.
10. Пожарная техника: Учебник /Под ред. Безбородько М.Д. -М.: Академия ГПС МЧС России, 2004. -550 с.
11. Безбородько М.Д. «Пожарно-техническое вооружение» Стройиздат 1981.
12. Иванов А.Ф. Пожарная техника. 1 часть ПТВ: М.: Стройиздат1988.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 «Слесарная обработка металлов и механизированное оборудование применяемой в машиностроении при ремонте пожарной техники».....	4
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 «Средство индивидуальной защиты и снаряжение».....	54
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3 «Оборудование и инструмент для спасания, самоспасания и ведения первоочередных аварийно-спасательных работ. Дымососы».....	65
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 «Пожарные рукава и рукавные базы. Оборудование для забора и подачи воды».....	77
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5 «Огнетушители и зарядные	

станции».....	86
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6 «Основы эксплуатации пожарных центробежных насосов».....	95
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7 «Мотопомпы» .....	103
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8 «Пожарная техника на базе летательных аппаратов, плавучих и железнодорожных транспортных средств и тактические действия, проводимые при ведении аварийно-спасательных работ».....	116
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9 «Базовые транспортные средства, их силовые агрегаты. Порядок разработки и сертификации пожарной техники».....	138
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10 «Основные пожарные автомобили».....	164
.....	164
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11 «Специальные пожарные ав- томобили».....	174
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12 «Вспомогательные пожарные автомобили».....	179
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13 «Оценка технического состояния пожарной техники. Диагностирование пожарных автомоби- лей».....	185
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	191

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Методические указания к практическим  
работам по дисциплине «**ПОЖАРНАЯ  
ТЕХНИКА**»  
для студентов среднетехнического факультета

*Составители:*

**Морозов А.С., Львов Д.Л.**



Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»  
Факультет городского хозяйства  
Кафедра геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях  
(техносферной и экологической безопасности)

**Наглядные пособия  
к дисциплине**

**МДК.01.02. ТАКТИКА ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ**

*Специальность  
20.02.04 Пожарная безопасность*

Екатеринбург 2021

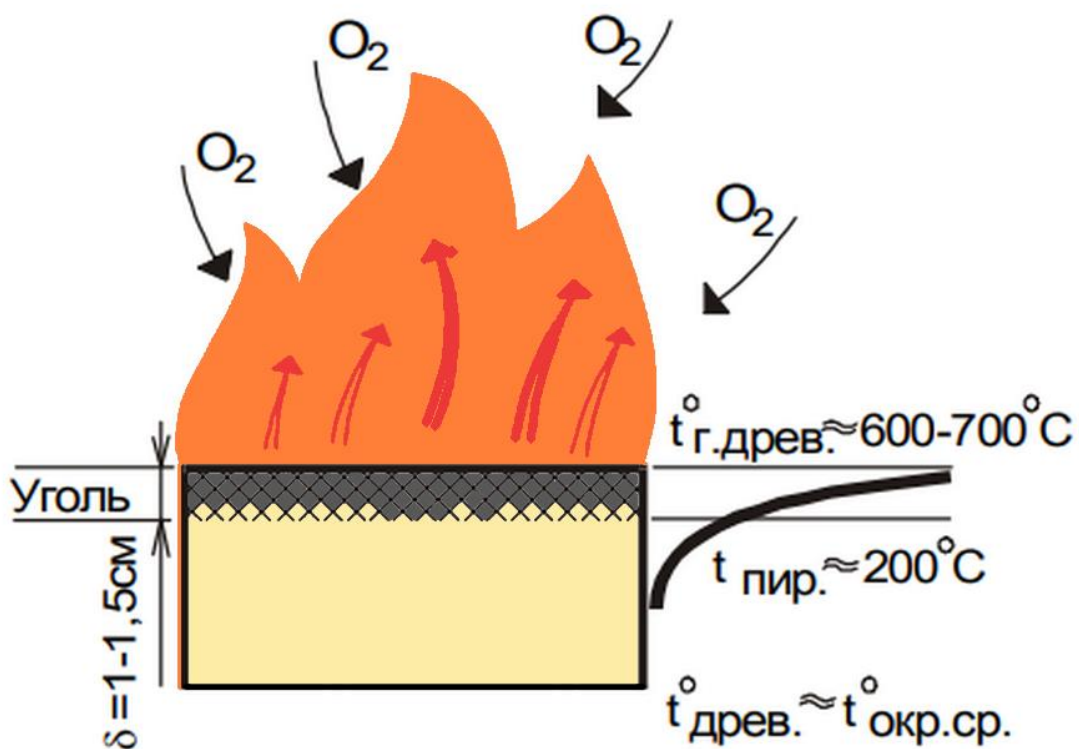
## **Введение**

В дисциплине «Тактика тушения пожаров» изучается теоретическая основа процесса развития и тушения пожаров, рассматриваются сущность боевых действий подразделений пожарной охраны, закономерности сосредоточения и введения сил и средств при ведении боевых действий по тушению пожаров, необходимые и достаточные условия локализации и ликвидации пожаров, тактические возможности подразделений пожарной охраны, методы расчета по их использованию, принципиальные основы организации тушения пожаров и руководство боевыми действиями подразделений.

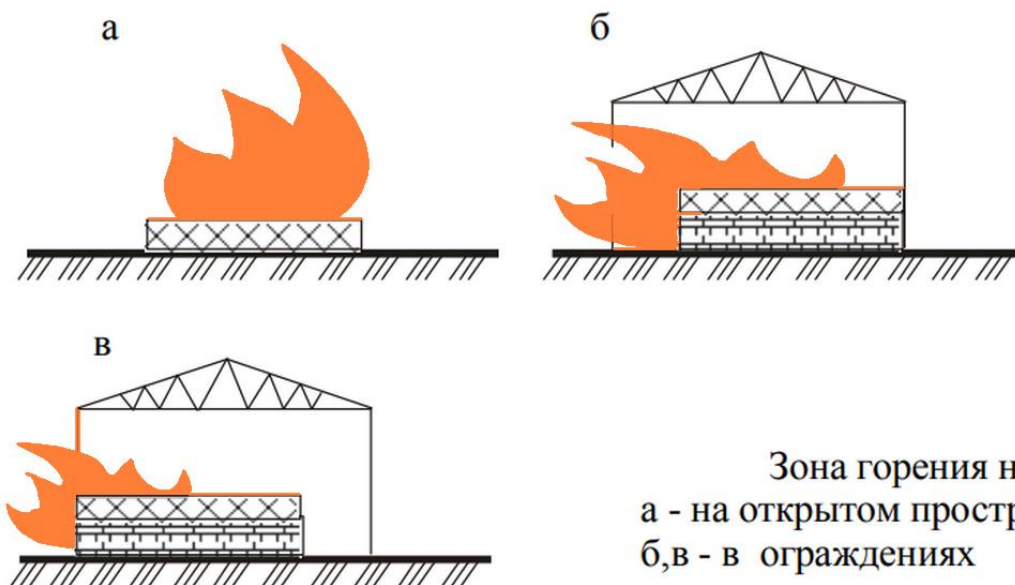
Таблица 12.1

## Ориентировочные нормативы необходимой численности личного состава

Виды работ 1	Число чел. 2
Работа со стволом Б на ровной плоскости (с земли, пола и т.д.)	1
Работа со стволом Б на крыше здания	2
Работа со стволом А	2...3
Работа со стволом Б или А в атмосфере, непригодной для дыхания среде (звено ГДЗС)	3...4
Работа с переносным лафетным стволом	3...4
Работа с воздушно-пенным стволом и генератором ГПС-600	2
Работа с генератором ГПС — 2000	3...4
Работа с пеносливом	2...3
Установка пеноподъемника	5...6
Установка выдвижной переносной пожарной лестницы	2
Страховка после ее установки	1
Разведка в задымленном помещении (звено ГДЗС)	3
Разведка в больших подвалах, туннелях, метро, бесфонарных зданиях (2 звена ГДЗС)	6
Спасение пострадавших из задымленного помещения и тяжелобольных	2
Спасение людей по пожарным лестницам и с помощью веревки (на участке спасения)	4...5
Работа на разветвлении и контроль за рукавной системой при прокладке: рукавной линии в одном направлении (из расчета на одну машину)	1
двух рукавных линий в противоположных направлениях (из расчета на одну машину)	2
Вскрытие и разборка конструкций:	
Выполнение действий на позиции ствола, работающего по тушению пожара (кроме ствольщика)	Не менее 2
Выполнение действий на позиции ствола, работающего по защите (кроме ствольщика)	1...2
Работа по вскрытию покрытия большой площади (из расчета на один ствол, работающий на покрытии)	3...4
Работа по вскрытию 1 м <sup>2</sup> :	
дощатого шпунтового или паркетного щитового пола	1
дощатого гвоздевого или паркетного штучного пола	1
оштукатуренной деревянной перегородки или	1
подшивки потолка	1
металлической кровли	1
рулонной кровли по деревянной опалубке	1
утепленного сгораемого покрытия	1

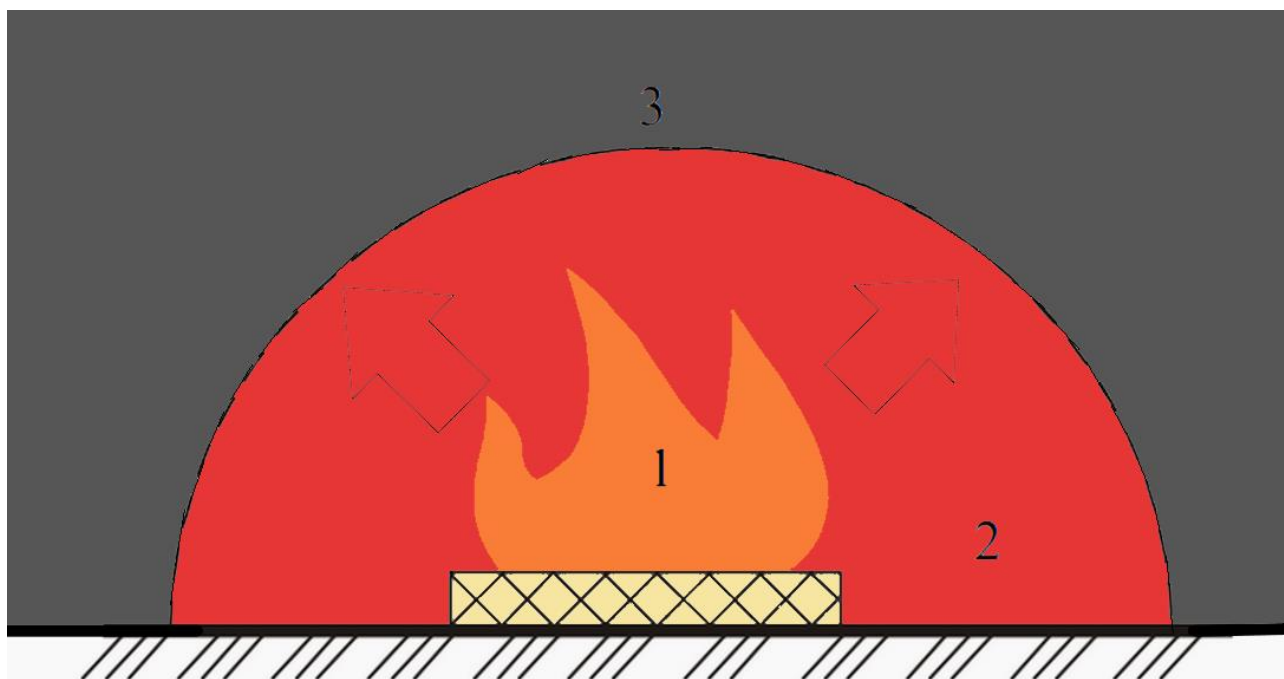


## Эпюра распределения температуры в древесине при горении



Зона горения на пожаре:  
 а - на открытом пространстве;  
 б, в - в ограждениях





### Зоны на пожаре:

- 1- зона горения;
- 2- зона теплового воздействия;
- 3- зона задымления

1	2
галереи топливоподачи	0,10
трансформаторы, реакторы, масляные выключатели (подача тонкораспыленной воды)	0,10
<b>2. Транспортные средства</b>	
Автомобили, трамваи, троллейбусы на открытых стоянках	0,10
Самолеты, вертолеты:	
внутренняя отделка (при подаче тонкораспыленной воды)	0,08
конструкции с наличием магниевых сплавов	0,25
корпус	0,15
Суда (сухогрузные и пассажирские):	
надстройки (пожары внутренние и наружные) при подаче цельных и тонкораспыленных струй	0,20
трюмы	0,20
<b>3. Твердые материалы</b>	
Бумага разрыхленная	0,30
Древесина:	
Балансовая, при влажности, %:	
40...50	0,20
менее 40	0,50
Пиломатериалы в штабелях в пределах одной группы при влажности, %	
8...14	0,45
20...30	0,30
свыше 30	0,20
круглый лес в штабелях в пределах одной группы	0,35
щепа в кучах с влажностью 30... 50 %	0,10
Каучук (натуральный или искусственный), резина и резинотехнические изделия	0,30
Льнокостра в отвалах (подача тонкораспыленной воды)	0,20
Льнотреста (скирды, тюки)	0,25
Пластмассы:	
термопласты	0,14
реактопласты	0,10
полимерные материалы и изделия из них	0,20
текстолит, карболит, отходы пластмасс, триацетатная пленка	0,30
Торф на фрезерных полях влажностью 15... 30% (при удельном расходе воды 110... 140 л/м <sup>2</sup> и времени тушения 20 мин)	0,10
Торф фрезерный в штабелях (при удельном расходе воды 235 л/м <sup>2</sup> и времени тушения 20 мин)	0,20
Хлопок и другие волокнистые материалы:	
открытые склады	0,20
закрытые	0,30
Целлулоид и изделия из него	0,40
Ядохимикаты и удобрения	0,20
<b>4 Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости (при тушении тонкораспыленной водой)</b>	
Ацетон	0,40
Нефтепродукты в емкостях:	
с температурой вспышки ниже 28 °С	0,40
с температурой вспышки ниже 28... 60 °С	0,30
с температурой вспышки более 60 °С	0,20

1	2	3	4
Резервуары подземные железобетонные с ЛВЖ и ГЖ (горячие и соседние с ними): охлаждение дыхательной и другой арматуры, установленной на крышах при емкости резервуара, м <sup>3</sup> :			
400...1000	—	—	10
1000...5000	—	—	20
5000...30000	—	—	30
30000...50000	—	—	50
Резервуары со сжиженными газами (емкости, трубопровод, арматура):			
для компактных струй	0,5	—	—
для распыленных струй, получаемых из ручных стволов	0,3	—	—
Суда (металлические конструкции)	0,3	—	—
Противопожарные занавесы в культурно-зрелищных учреждениях	—	0,5	—
Штабеля круглого леса при локализации развивающегося пожара в разрыве 10м	—	1,4	—
Штабеля пиломатериалов при ширине разрыва между группами штабелей, м (локализация пожара):			
10	—	2,0	—
25	—	0,6	—
40	—	0,2	—
Фонтаны (газовые и нефтяные):			
при подготовке атаки:			
территория и металлоконструкции, охватываемые фронтом пламени	0,35	—	—
территория и металлоконструкции, отстоящие от фонтана на расстоянии 10-15 м	0,15	—	—
при проведении атаки:			
территория и металлоконструкции, охватываемые пламенем	0,2	—	—
Электростанции и подстанции (трансформаторные и масляные выключатели):			
горящие (охлаждение по всему периметру)	—	0,5	—
соседние с горящими (охлаждение половины периметра, обращенного к горящему)	—	0,3	—

### Интенсивность подачи воды на охлаждение (защиту) горящих и соседних объектов

Наименование объектов, зданий, сооружений, материалов	Интенсивность подачи воды		Расход воды, л/с
	л/(м <sup>2</sup> с)	л / (мс)	
1	2	3	4
Объекты переработки углеводородных газов, нефти и нефтепродуктов:			
колонны, оборудование, трубопроводы, другие аппараты при горении газообразных и жидких нефтепродуктов	0,3	—	—
то же, не соседние с горящими аппаратами	0,2	—	—
эстакады (трубопроводы с нефтепродуктами)	0,3	—	—
Резервуары наземные металлические с ЛВЖ и ПК:			
охлаждение горящего резервуара по всему периметру	—	0,5	—
охлаждение соседнего по полупериметру со стороны горящего резервуара	—	0,2	—
охлаждение емкостей, находящихся в зоне горения жидкости в обваловании (охлаждение по всему периметру лафетным стволом)	—	1,0	—

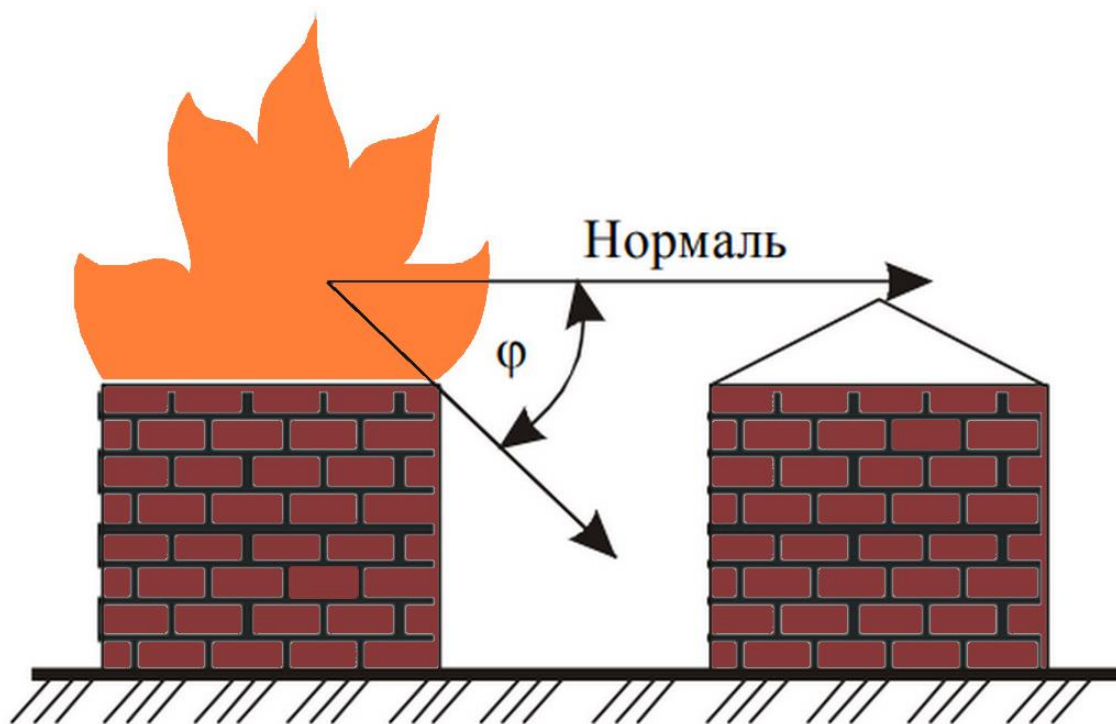
<b>Интенсивность подачи воды при тушении пожаров, л/(м<sup>2</sup>·с)</b>	
Здания и сооружения	л/(м <sup>2</sup> ·с)
1	2
<b>1. Здания и сооружения</b>	
<b>Административные здания:</b>	
1-3 степени огнестойкости	0,06
4 степени огнестойкости	0,10
5 степени огнестойкости	0,15
подвальные помещения	0,10
чердачные помещения	0,10
Ангары, гаражи, мастерские, трамвайные и троллейбусные депо	0,20
Больницы	0,10
<b>Жилые дома и подсобные постройки:</b>	
1-3 степени огнестойкости	0,03
4 степени огнестойкости	0,10
5 степени огнестойкости	0,15
подвальные помещения	0,15
чердачные помещения	0,15
<b>Животноводческие здания:</b>	
1-3 степени огнестойкости	0,10
4 степени огнестойкости	0,15
5 степени огнестойкости	0,20
<b>Культурно-зрелищные учреждения (театры, кинотеатры, клубы, дворцы культуры):</b>	
сцена	0,20
зрительный зал	0,15
подсобные помещения	0,15
Мельницы и элеваторы	0,14
<b>Производственные здания:</b>	
<b>Участки и цеха с категорией производства в здании:</b>	
1-2 степени огнестойкости	0,15
3 степени огнестойкости	0,20
4-5 степени огнестойкости	0,25
окрасочные цеха	0,20
подвальные помещения	0,30
чердачные помещения	0,15
<b>Сгораемые покрытия больших площадей в производственных зданиях:</b>	
при тушении снизу внутри здания	0,15
при тушении снаружи со стороны покрытия	0,08
при тушении при разлившемся пожаре	0,15
<b>Строящиеся здания</b>	
Торговые предприятия и склады товарно-материальных ценностей	0,20
Холодильники	0,10
<b>Электростанции и подстанции:</b>	
кабельные туннели и полуэтажи (подача тонкораспыленной воды)	0,20
машинные залы и котельные отделения	0,20

1	2
<i>Морские и речные суда:</i>	
Сгораемая надстройка при внутреннем пожаре	11,2...2,7
То же, при наружном пожаре	2,0...6,0
Внутренние пожары при наличии синтетической отделки и открытых проемов	1,0...2,0
Пенополиуретан	0,7...0,9
<i>Предприятия текстильной промышленности:</i>	
Помещения текстильного производства	0,5...1,0
То же, при наличии на конструкциях слоя пыли	1,0...2,0
Волокнистые материалы во взрыхленном состоянии	7,0...8,0
Сгораемые покрытия цехов большой площади	1...3,2
Сгораемые конструкции крыш и чердаков	1,5...2,0
<i>Склады:</i>	
Торфа в штабелях	0,8...1,0
Льноволокна	3,0...5,6
Текстильных изделий	0,3...0,4
Бумаги в рулонах	0,2...0,3
Резинотехнических изделий в зданиях	0,4...1,0
Резинотехнических изделий (штабеля на открытой площадке)	1,0...1,2
Каучука	0,6...1,0
<i>Лесоматериалов</i>	
Круглого леса в штабелях	0,4...1,0
<i>Пиломатериалов (досок) в штабелях при влажности, %</i>	
До 16	4,0
16...18	2,3
18...20	1,6
20...30	1,2
Более 30	1,0
<i>Куч балансовой древесины при влажности, %:</i>	
До 40	0,6...1,0
Более 40	0,15...0,2
Сушильные отделения конезаводов	1,5...2,2
<i>Сельские населенные пункты:</i>	
Жилая зона при плотной застройке зданиями V степени огнестойкости, сухой погоде и сильном ветре	2,0...2,5
Соломенные крыши зданий	2,0...4,0
Подстилка в животноводческих помещениях	1,5...4,0
Театры и Дворцы культуры (сцены)	1,0...3,0
Торговые предприятия, склады и базы товарно-материальных ценностей	0,5...1,1
Типографии	0,5...0,8
<i>Фрезерный торф (на полях добычи) при скорости ветра, м/с</i>	
10...14	8,0...10,0
18...20	18,0...20,0
Холодильники	0,5...0,7
<i>Школы, лечебные учреждения</i>	
Здания I и II степеней огнестойкости	0,6...1,0
Здания III и IV степеней огнестойкости	2,0...3,0

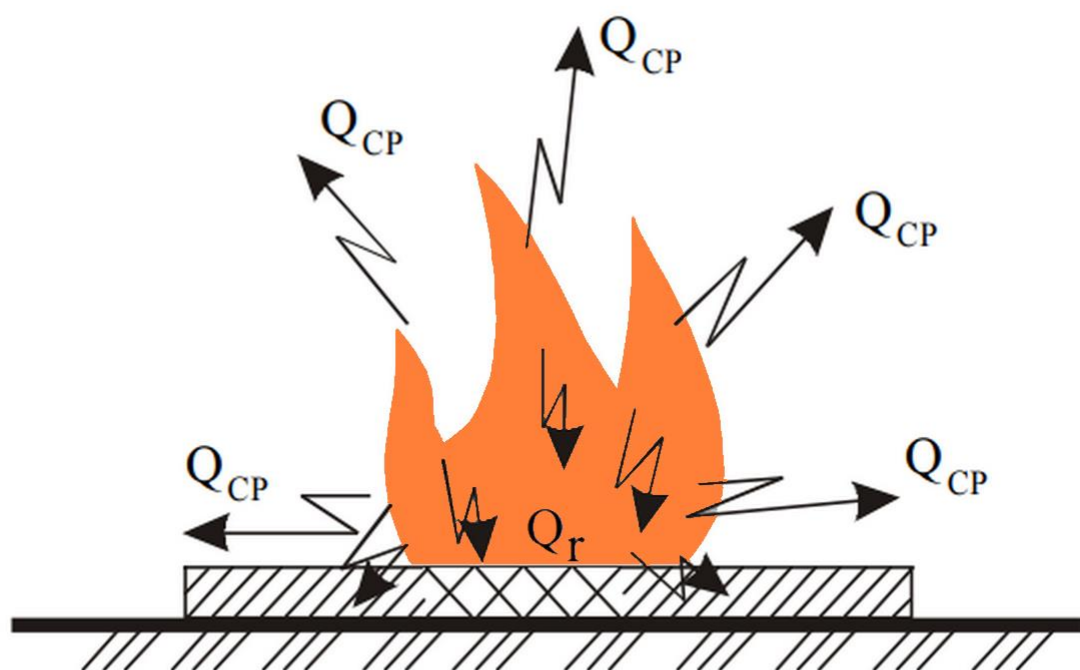
### Линейная скорость горения

Наименование объекта	Линейная скорость распространения горения м/мин
1	2
Административные здания	1,0...1,5
Библиотеки, книгохранилища, архивохранилища	0,5...1,0
<i>Деревообрабатывающие предприятия:</i>	
Лесопильные цехи (здания I, II, III степеней огнестойкости)	1,0...3,0
То же, здания IV и V степеней огнестойкости	2,0...5,0
Сушилки	2,0...2,5
Заготовительные цехи	1,0...1,5
Производства фанеры	0,8...1,5
Помещения других цехов	0,8...1,0
Жилые дома	0,5...0,8
Коридоры и галереи	4,0...5,0
Кабельные сооружения (горение кабелей)	0,8...1,1
<i>Лесные массивы (скорость ветра 7...10 м/с и влажность 40%)</i>	
Сосняк	До 1,4
Ельник — долгомошник и зеленомошник	До 4,2
Сосняк — зеленомошник (ягодник)	До 14,2
Сосняк — бор-беломошник	До 18,0
<i>Растительность, лесная подстилка, подрост, древостой при верховых пожарах и скорости ветра, м/с</i>	
8...9	До 42
10...12	До 83
8...9	4...7
10...12	8...14
Музеи и выставки	1,0...1,5
<i>Объекты транспорта:</i>	
Гаражи, трамвайные и троллейбусные депо	0,5...1,0
Ремонтные залы ангаров	1,0...1,5





Направление интенсивности излучения.



Передача тепла на пожаре

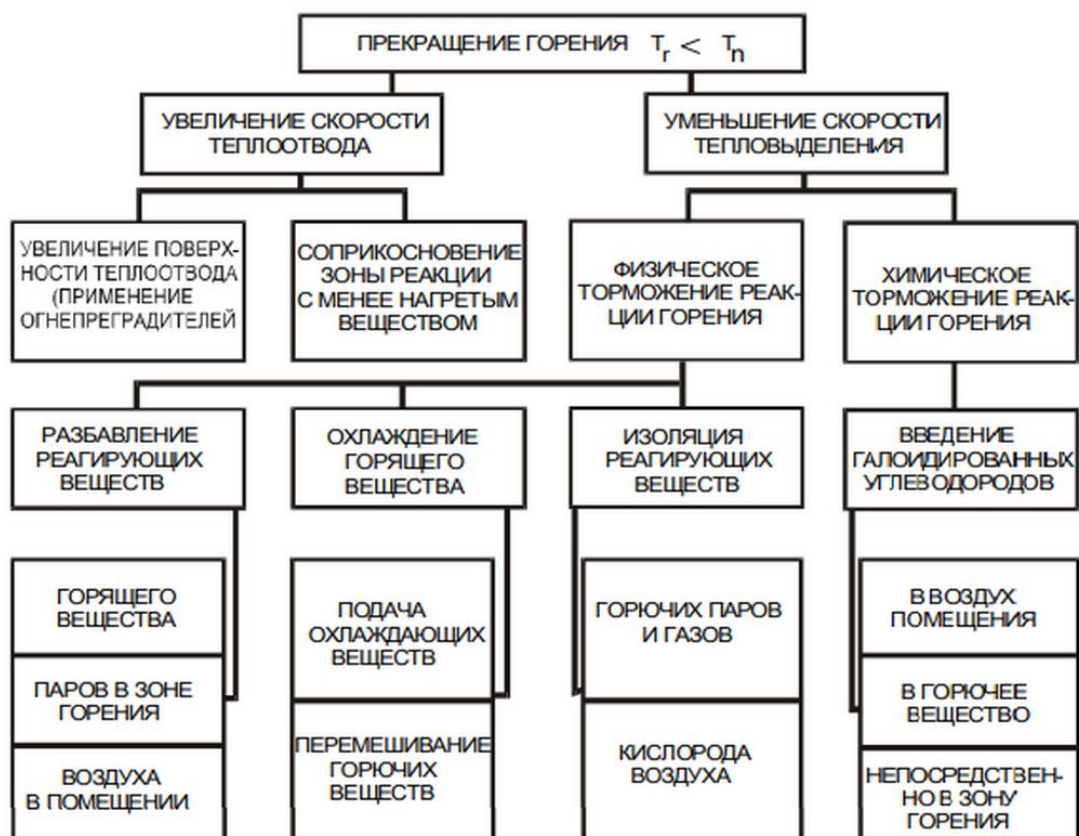


Рис. 2.1. Схема прекращения горения на пожарах



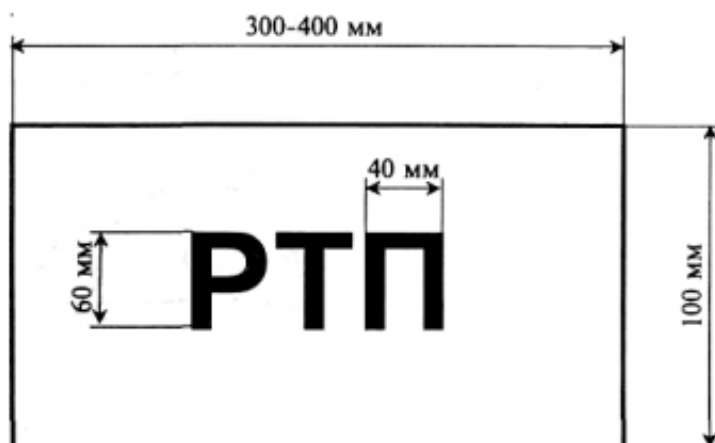
АСВ -	аппарат на сжатом воздухе (изолирующий противогаз)
АЭС -	атомная электростанция
ВВ -	взрывчатые вещества
ВМП -	воздушно-механическая пена
ГДЗС -	газодымозащитная служба
ГПС -	генератор (ствол) пены средней кратности
СПТ -	служба пожаротушения
ЗРЗ -	зона радиоактивного заражения
ЗХЗ -	зона химического заражения
КПП -	контрольно-пропускной пункт
ЛВЖ -	легковоспламеняющаяся жидкость
ГЖ -	горючие жидкости
ГГ -	горючие газы
НРТ -	насадок распылитель турбинный
ОШ -	оперативный штаб
ОВ -	отравляющее вещество
ПСЧ -	пункт связи части
ПК -	пожарный кран
ПГ -	пожарный гидрант
ПРУ -	противорадиационное укрытие
РВ -	радиоактивные вещества
РГ -	разведывательная группа
РХР -	радиационная и химическая разведка
РЗ -	радиационное заражение
СУГ -	сжиженные углеводородные газы
СДЯВ -	сильнодействующие ядовитые вещества
С -	связной
СИЗОД -	средства индивидуальной защиты органов дыхания
СР -	спасательные работы
ХЗ -	химическое заражение
ЧП -	чрезвычайное положение
ЧС -	чрезвычайная ситуация
ЦППС -	центральный пункт пожарной связи
ЦУС -	центр управления силами и средствами

## ОПИСАНИЕ

### нарукавной повязки

Нарукавная повязка для руководителя тушения пожара, начальника штаба, начальника боевого участка изготавливается из красного материала, на который наносится соответствующая надпись: РТП, НШ, НБУ белого цвета.

Нарукавная повязка для начальника тыла и связных изготавливается из белого материала, на который наносится соответствующая надпись: НТ, С черного цвета.



2. Командир отделения



3. Начальник караула



4. Заместитель начальника части



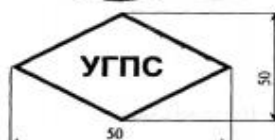
5. Начальник части



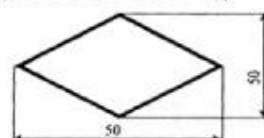
6. Руководящий состав отряда



7. Руководящий состав управлений (отделов) ГПС МВА, ГУВД, УВД субъектов Российской Федерации (красный т он)

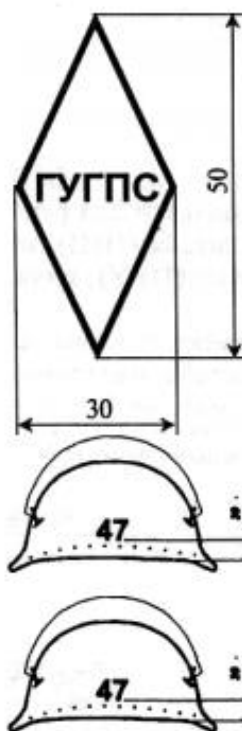


8. Сотрудники ГПС МВА, ГУВД, УВД субъектов Российской Федерации (белый т он)








































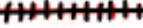
9. Сотрудники ГУГПС МЧС России


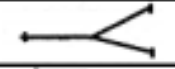
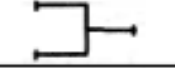

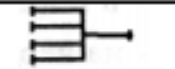
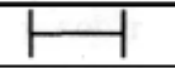
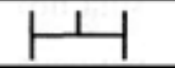
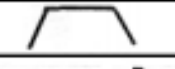


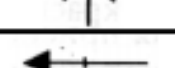
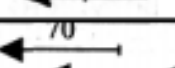
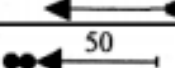
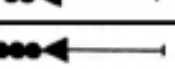
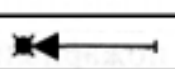
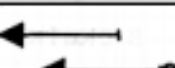
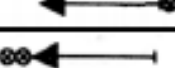
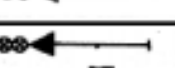
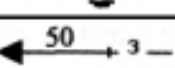
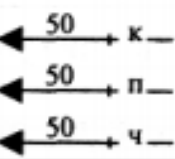
Примечание: Трат арет наносится симметрично на обе стороны каски (спереди и сзади) красным цветом.


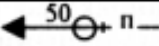
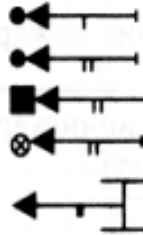

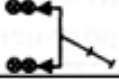






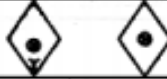




## ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ

Наименование 1	Базовый символ 2
<b>ПОЖАРНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАШИНЫ</b>	
Автоцистерна пожарная (цвет — красный)	
Автонасос пожарный	
Автолестница пожарная	
Автоподъемник пожарный: коленчатый телескопический	 
Автомобиль рукавный пожарный	
Автомобиль связи и освещения пожарный	
Автомобиль технической службы пожарный	
Автомобиль дымоудаления пожарный	
Станция автонасосная пожарная	
Автомобиль пожарный со стационарным лафетным стволом	
Автомобиль — передвижной лафетный ствол	
Автомобиль аэродромный пожарный	
Автомобиль пожарный пенного тушения	
Автомобиль пожарный комбинированного тушения	
Автомобиль пожарный водоаэрозольного тушения	
Автомобиль пожарный порошкового тушения	
Автомобиль пожарный углекислотного тушения	
Автомобиль газовойдяного тушения	





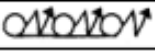
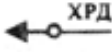












Машина на гусеничном ходу	
Пожарный танк (цвет — красный)	
Автомобиль газодымозащитной службы	
Автомобиль водозащитный пожарный	
Автолаборатория пожарная	
Автомобиль штабной пожарный	
Прицеп пожарный (красный)	
Корабль пожарный (красный)	
Катер пожарный (красный)	
Поезд пожарный (красный)	
Самолет пожарный (красный)	
Гидросамолет пожарный (красный)	
Вертолет пожарный (красный)	
Мотопомпа пожарная (красный): - переносная - прицепная	
Прицеп пожарный порошковый (красный)	
Приспособленный автомобиль для целей пожаротушения (контур синий, средняя полоса красная)	
Другая приспособленная техника для целей пожаротушения (контур синий, средняя полоса красная)	
<b>ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ВООРУЖЕНИЕ, СПЕЦИАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ</b>	
Рукав пожарный напорный	
Рукав пожарный всасывающий	

Рукав пожарный напорный, уложенный: - в скатку - в гармошку	
Водосборник рукавный	
Разветвление рукавное двухходовое	
Разветвление рукавное трехходовое	
Разветвление рукавное четырехходовое	
Катушка рукавная переносная	
Катушка рукавная передвижная	
Мостик рукавный	
Гидроэлеватор пожарный	
Пеносмеситель пожарный	
Колонка пожарная	
Ствол пожарный ручной (общее обозначение)	
Ствол А с диаметром насадка (19, 25... мм)	
Ствол Б с диаметром насадка (13, ... мм)	
Ствол для формирования тонкораспыленной водяной (водоаэрозольной) струи	
Ствол для формирования водяной струи с добавками	
Ствол для формирования пены низкой кратности (СВП-2, СВП-4, СВПЭ-2, СВПЭ-4, СВПЭ-8)	
Ствол для формирования пены средней кратности (ГПС-199, ГПС-600, ГПС-1990)	
Ствол для тушения электроустановок, находящихся под напряжением	
Ствол "Б": на 3 этаже К — на крыше, покрытии П-в подвале Ч — на чердаке	








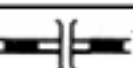






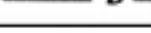









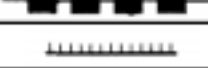

1	2
Маневренный ствол	
Звено ГДЗС со стволом "Б" в подвале	
Ствол пожарный лафетный: - переносной - стационарный с водяными насадками - порошковый - стационарный с пенными насадками - возимый	
Подъемник-пенослив	
Подъемник пенный с гребенкой генераторов ГПС-600	
Дымосос пожарный: - переносной - прицепной	
Лестница-палка	
Лестница-штурмовка	
Лестница пожарная выдвижная	
<b>УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ</b>	
Стационарная установка пожаротушения (общая нелокальная защита помещения с автоматическим пуском)	
Стационарная установка пожаротушения с ручным пуском	
Установка пенного пожаротушения	
Установка водяного пожаротушения	
Установка водоаэрозольного пожаротушения	






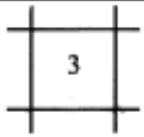



1	2
Станция пожаротушения	
Станция пожаротушения диоксидом углерода	
Станция пожаротушения прочим газом	
Установка газоаэрозольного пожаротушения	
Установка порошкового тушения	
Установка парового пожаротушения	
<b>ОГнетушители</b>	
Огнетушитель: - переносной (ручной, ранцевый) - передвижной	
<b>УСТРОЙСТВА ДЫМОУДАЛЕНИЯ</b>	
Устройство дымоудаления (дымовой люк)	
Устройство дымоотоплавления	
Ручное управление естественной вентиляцией	
<b>ПУНКТЫ УПРАВЛЕНИЯ И СРЕДСТВА СВЯЗИ</b>	
Пост регулирования движения (регулирующий) С буквами:	
КПП — контрольно-пропускной пункт	
Р — регулировщик	
ПБ — пост безопасности ГДЗС (контур — красный, буквы — черный)	
Радиостанции: подвижная	
переносная	
стационарная	
Громкоговоритель	



1	2
Телефон	
Пржектор	
Место расположения штаба	
Радионаправление (цвет черный)	
Радиосеть (цвет черный)	
<b>ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ, РАЗВЕДКА</b>	
Разведывательный дозор. С буквами ХРД -химический разведывательный дозор; (красный, обозначение — черный)	
<b>РАСПОЛОЖЕНИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ В РАЙОНЕ ВЕДЕНИЯ РАБОТ</b>	
Пункт размещения сводного отряда (пожарной части) (контур красный, надпись -черный)	
Район размещения техники (Б — бульдозер, Э — экскаватор, К — кран, Т — тягач) (контур красный, цифры — черный)	
Выход сил с занимаемого рубежа (красный)	
Места нахождения пострадавших (красный, цифры — черный, 3 — количество пострадавших)	
Отряд первой медицинской помощи (красный)	
Временный пункт сбора пострадавших (красный)	
<b>ОБСТАНОВКА В ЗОНЕ ВЕДЕНИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ</b>	
Пожар внутренний (штрих красный)	
Пожар наружный (штрих красный)	
Загорающееся здание (штрих красный)	
Зона задымления (штрих синий)	
Пожар внутренний с зоной задымления (штрих красный и синий)	
Пожар внутренний с зоной теплового воздействия (штрих красный)	

1	2
Пожар наружный с зоной задымления (штрих красный, внешний контур — синий)	
Место возникновения пожара (очаг) -красный	
Отдельный пожар на местности и направление его распространения (красный)	
Огневой шторм (красный)	
Зона пожаров и направление ее распространения (красный)	
Направление развития пожара (контур красный)	
Решающее направление действия сил и средств пожаротушения (цвет черный)	
Границы боевого участка (красный, обозначение — черный)	Бу-1
Границы зоны возможных разрушений (синий)	
Обвал, завал, обрушение зданий и сооружений (синий)	
Участок местности, зараженный СДЯВ (контур синий, зона — желтый)	
Точка замера уровня радиации (синий) с указанием уровня радиации, времени и даты замера (черный)	
<b>СООРУЖЕНИЯ, КОММУНИКАЦИИ, ВОДОИСТОЧНИКИ</b>	
Стационарная лестница у здания	
Лестничная клетка в этаже	
Лестничная клетка, сообщающаяся с подвалом	
Лестничная клетка, сообщающаяся с чердаком	
Печи	
Вентиляционная шахта	
Лифт	
Нефтебаза, склад топлива	
Резервуар	
Убежище (черный)	

1	2
Противорадиационное укрытие (черный)	
Подвальное помещение	
Полное разрушение здания (объема, сооружения, дороги, газопровода и т. п.)	
Однколе́йная железная дорога	
Двухко́лейная дорога	
Переезд под железной дорогой	
Переезд на одном уровне без шлагбаума	
Переезд над железной дорогой	
Переезд на одном уровне со шлагбаумом	
Дорога	
Трамвайная линия	
Водопровод подземный	
Водопровод наземный	
Газопровод	
Нефтепровод	
Канализация	
Мост на плавучих опорах	
Паромная переправа	
Металлическая ограда	
Железобетонная ограда	
Каменная ограда	
Ограждение проезжей части дороги	
Земляной ров (канава)	
Земляная насыпь (обвалование)	
Пожарный гидрант (номер, вид и диаметр сети, цвет синий)	
Кольцевая водопроводная магистраль (синий)	

1	2
Тупиковая водопроводная магистраль (синий)	
Внутренний пожарный кран (номер, цвет синий)	
Участок береговой полосы, где возможен забор воды пожарными машинами (40 -протяженность, м, цвет — красный, обозначение — черный, контур реки — цвет синий)синий)	
Пруд (цвет – синий)	
Пожарный водоем (объем в м3, цвет синий)	
Пирс (цвет — черный; 3 — количество одновременно устанавливаемых пожарных машин)	
Колодец синий, внешний контур — черный	
Водонапорная башня (скважина), объем 5 м3	
Закрытый водоисточник (дебит 8 м3 в сутки)	

## АКТ О ПОЖАРЕ

(составляется не менее чем в 2 экз.)

"\_\_" \_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(город, село, район)

Комиссия в составе \_\_\_\_\_  
составила настоящий акт о пожаре, происшедшем "\_\_" \_\_\_\_ 20\_\_ г.

Наименование объекта \_\_\_\_\_

Принадлежность объекта \_\_\_\_\_

Адрес объекта \_\_\_\_\_

Время обнаружения пожара \_\_\_\_ ч \_\_\_\_ мин

Место возникновения пожара \_\_\_\_\_

Кто обнаружил пожар и каким способом сообщил о нем в пожарную охрану \_\_\_\_\_ № телефона \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_ и время поступления сообщения о пожаре в пожарную охрану \_\_\_\_ ч \_\_\_\_ мин

Время прибытия 1-го подразделения \_\_\_\_ ч \_\_\_\_ мин

Дата \_\_\_\_\_ и время локализации пожара в \_\_\_\_ ч \_\_\_\_ мин  
на пл. \_\_\_\_\_ м<sup>2</sup>

Дата \_\_\_\_\_ и время ликвидации пожара в \_\_\_\_ ч \_\_\_\_ мин

Обстановка к моменту прибытия подразделений пожарной охраны

\_\_\_\_\_  
(площадь пожара, пути и скорость его распространения, угроза людям, животным,

\_\_\_\_\_  
опасность обрушений и взрывов, действия населения)

Силы и средства, применявшиеся при тушении пожара:

\_\_\_\_\_

Участники тушения пожара \_\_\_\_\_

(сотрудники и работники ГПС, ДПО,

\_\_\_\_\_  
другие противопожарные формирования, население)

Количество основных и специальных отделений \_\_\_\_\_

Количество отделений ГДЗС \_\_\_\_\_

Число участников тушения \_\_\_\_\_

Тип, количество и принадлежность пожарной техники \_\_\_\_\_

Количество и вид поданных стволов: Л- \_\_\_\_\_ А- \_\_\_\_\_ Б- \_\_\_\_\_

ГПС- \_\_\_\_\_ СВП- \_\_\_\_\_

Суммарный фактический расход воды \_\_\_\_\_

Количество, вид и результат использования аэрозольных огнетушителей

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Виды водоисточников, использованных при тушении пожара

Последствия пожара:

Погибло людей: всего \_\_\_\_\_, в т. ч. детей \_\_\_\_\_, работников  
ПО \_\_\_\_\_

Сведения о погибших: \_\_\_\_\_

Получили травмы: всего \_\_\_\_\_, в т. ч. детей \_\_\_\_\_, работников  
ПО \_\_\_\_\_

Сведения о травмированных: \_\_\_\_\_

Уничтожено/(повреждено) пожаром: строений \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ ед.;

жилых квартир, комнат \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ ед.,

позтажной площади \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ м<sup>2</sup>,

техники \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ ед.;

с/х культур \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

(вид и количество)

погибло животных \_\_\_\_\_

(вид и количество)

Условия, способствовавшие развитию пожара \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ущерб от пожара \_\_\_\_\_ руб.

(установленный или ориентировочный)

Причина пожара \_\_\_\_\_

(установленная или предполагаемая)

Лица, виновные в возникновении пожара, принятые меры

Спасено на пожаре:

Людей \_\_\_\_\_, Техники \_\_\_\_\_ ед. Голов скота \_\_\_\_\_

Материальных ценностей \_\_\_\_\_ тыс. руб.

Акт о пожаре направлен для проверки в \_\_\_\_\_

Особые замечания \_\_\_\_\_

Подписи членов комиссии: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Экземпляры акта получили: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



---

**ПОЖАР** — неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

**ТУШЕНИЕ ПОЖАРА** — комплекс управленческих решений и боевых действий, направленных на обеспечение безопасности людей, животных, спасение материальных ценностей и ликвидацию горения.

**БОЕВАЯ ГОТОВНОСТЬ** (боеготовность) — состояние сил и средств гарнизона, подразделения, противопожарного формирования, обеспечивающее успешное выполнение задачи, возложенной на него Боевым Уставом.

**БОЕСПОСОБНОСТЬ** — способность подразделения выполнить боевую задачу в пределах своих тактических возможностей.

**СИЛЫ И СРЕДСТВА ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ** — личный состав пожарной охраны, пожарная техника, средства связи и управления, огнетушащие вещества и иные технические средства, находящиеся на вооружении пожарной охраны.

**ПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА** — технические средства для предотвращения, ограничения развития, тушения пожара, защиты людей и материальных ценностей на пожаре.

**ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ВООРУЖЕНИЕ** — комплект, состоящий из пожарного оборудования, ручного пожарного инструмента, пожарных спасательных устройств, средств индивидуальной защиты, технических устройств для конкретных пожарных машин в соответствии с их назначением.

**ПОЖАРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ** — оборудование, входящее в состав коммуникаций пожаротушения (рукавные линии, развертки, пожарный кран, стволы и т.п.), а также средства технического обслуживания этого оборудования.

**БОЕВОЕ ДЕЖУРСТВО** — период непрерывного несения службы личным составом караула или дежурной смены, включая участие их в тушении пожара.

**РАСПИСАНИЕ ВЫЕЗДА** — установленный в соответствии с законодательством и Уставом порядок привлечения сил и средств гарнизона к тушению пожаров в городе или населенном пункте.

**ПЛАН ПРИВЛЕЧЕНИЯ СИЛ И СРЕДСТВ** — расписание выезда, устанавливающее порядок привлечения сил и средств гарнизона (гарнизонов) к тушению пожаров на территории субъекта Российской Федерации, сельского района.

**РАЙОН ВЫЕЗДА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ** — территория, на которой расписанием выезда предусмотрено первоочередное направление подразделения по вызову на пожар.

**НОМЕР (РАНГ) ПОЖАРА** — условный признак сложности пожара, определяющий в расписании выезда необходимый состав сил и средств гарнизона, привлекаемых к тушению пожара.

**ОПЕРАТИВНАЯ ОБСТАНОВКА** — совокупность обстоятельств и условий в районе выезда подразделения (гарнизона), влияющих на определение задач и характер их выполнения.

**ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ** — обстановка, при которой сил и средств гарнизона пожарной охраны, а также служб жизнеобеспечения, дислоцированных на данной территории недостаточно для ликвидации пожара.

**ПЛАН ПОЖАРОТУШЕНИЯ** — оперативный документ РТП (штаба), прогнозирующий обстановку на пожаре и устанавливающий основные вопросы организации тушения развившегося пожара.

**КАРТОЧКА ПОЖАРОТУШЕНИЯ** — оперативный документ, содержащий данные об объекте, наличии людей и путях их эвакуации.

**ОЦЕНКА ОБСТАНОВКИ НА ПОЖАРЕ** — вывод, сформированный на основе результатов разведки пожара, обобщения и анализа полученных сведений.

**ТУШЕНИЕ ПОЖАРА** — боевые действия, направленные на спасение людей, имущества и ликвидацию пожара.

**БОЕВЫЕ ДЕЙСТВИЯ** — предусмотренное Уставом организационное применение сил и средств пожарной охраны для выполнения основной боевой задачи.

**ОСНОВНАЯ БОЕВАЯ ЗАДАЧА** — достижения локализации и ликвидации пожара в сроки и в размерах, определяемых возможностями сил и средств, привлеченных на тушение пожара.

**ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПОЖАРА** — стадия (этап) тушения пожара, на которой отсутствует или ликвидирована угроза людям или животным, прекращено распространение пожара и созданы условия для его ликвидации имеющимися силами и средствами.

**ЛИКВИДАЦИЯ ПОЖАРА** — стадия (этап) тушения пожара, на которой прекращено горение, и устранены условия для его повторного возникновения.

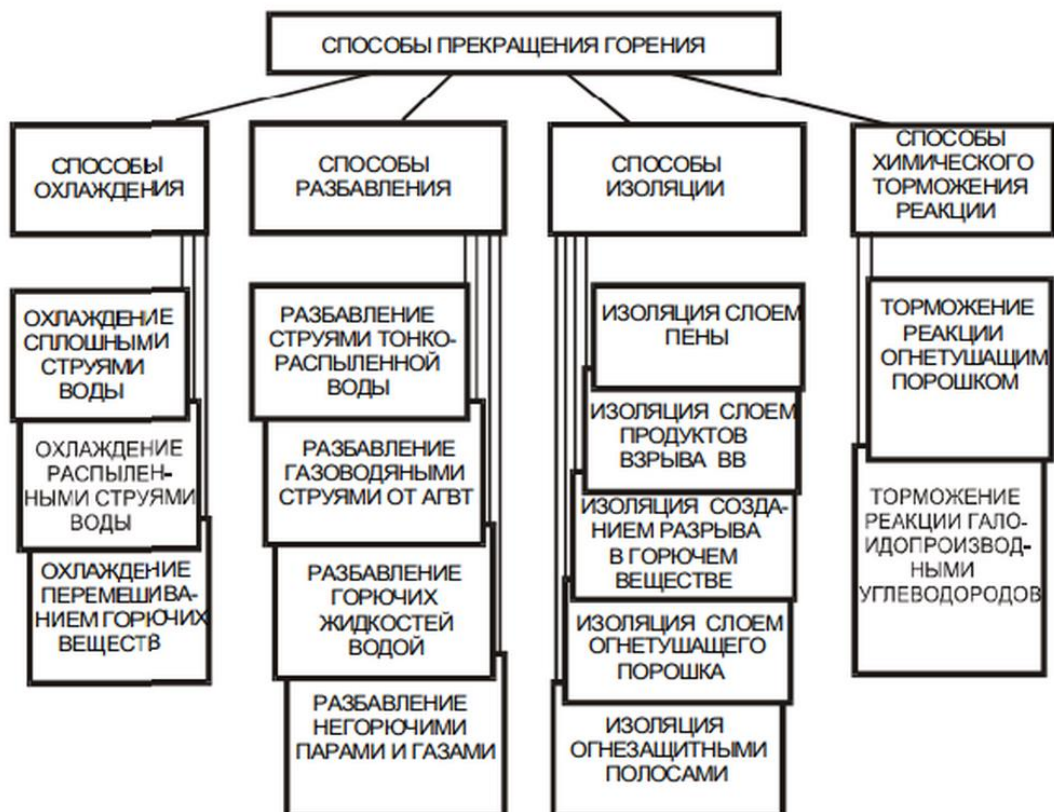
**БОЕВАЯ ПОЗИЦИЯ** — место расположения сил и средств и ведение боевых действий по спасению людей и имущества, подаче огнетушащих веществ, выполнению специальных работ на пожаре.

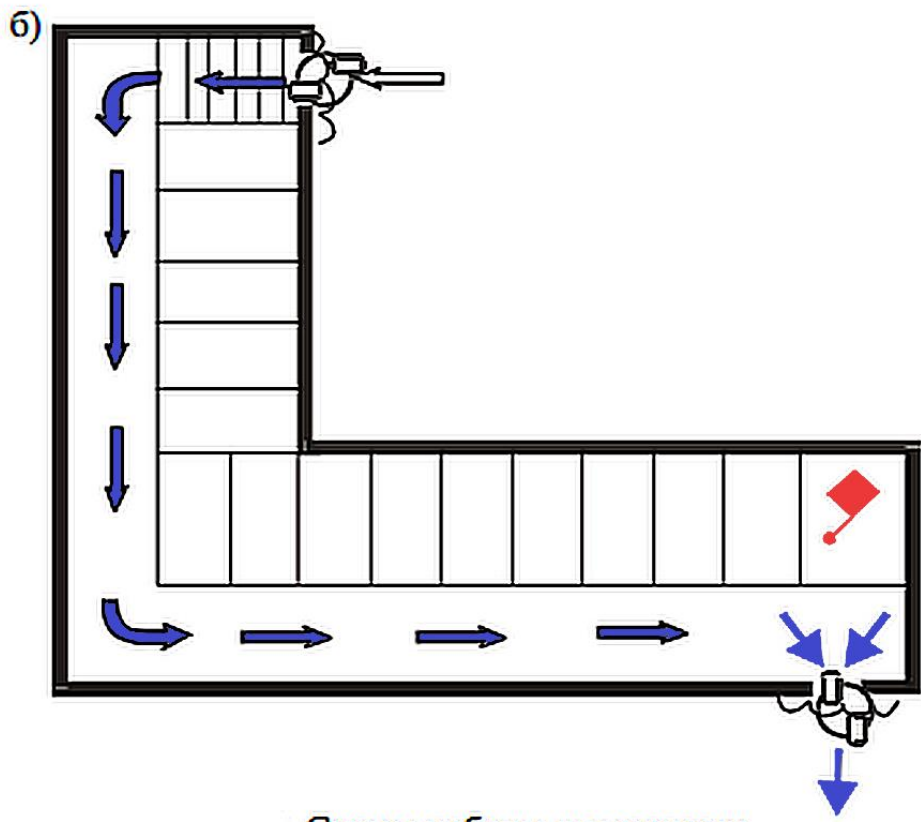
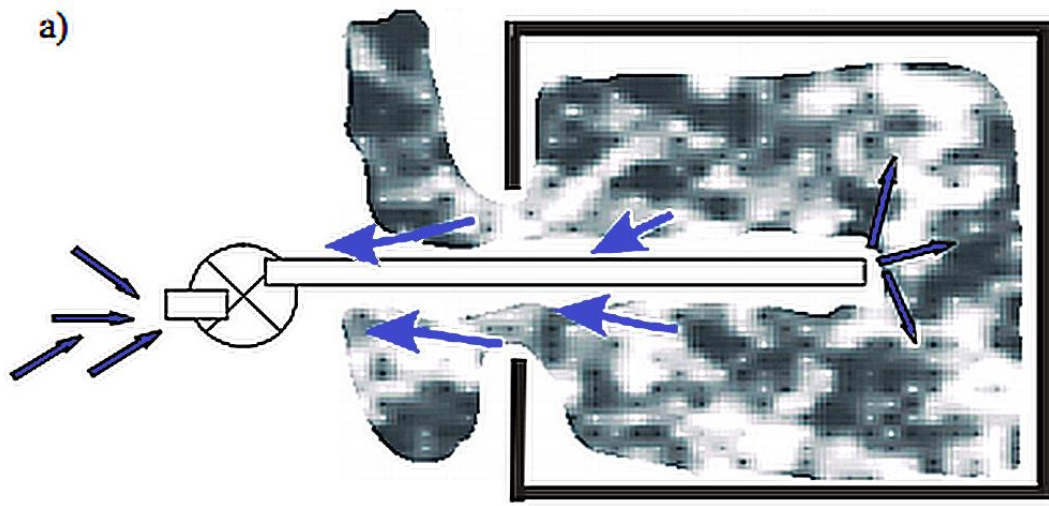
**РЕШАЮЩЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ** — направление боевых действий, на котором использование сил и средств пожарной охраны в данный момент времени, обеспечивает наилучшие условия решения основной боевой задачи.

**УПРАВЛЕНИЕ БОЕВЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ** — целенаправленная деятельность должностных лиц, РТП (штаба) по руководству личным составом и иными участниками тушения пожара.

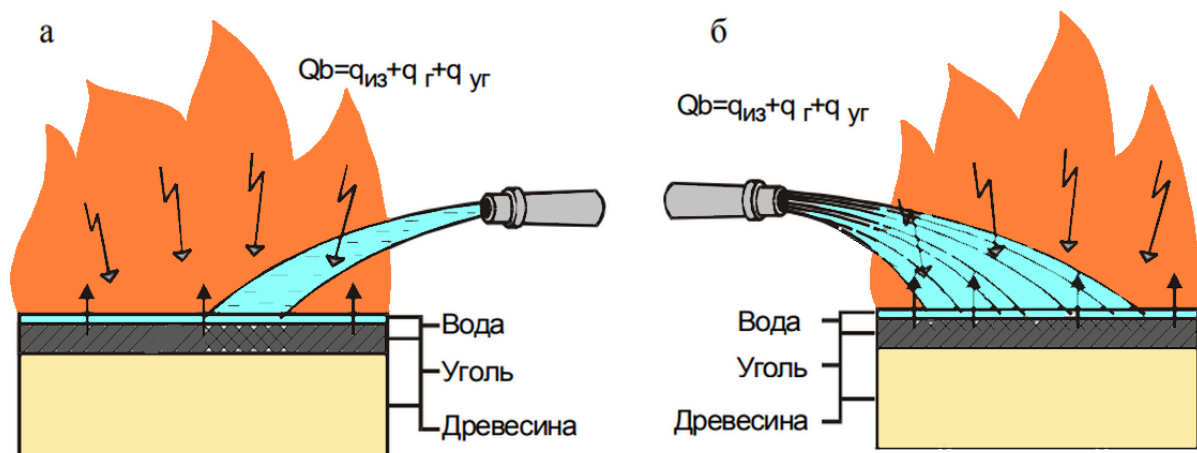
---







Схемы работы дымососов:  
 а) при наличии одного проема в помещении;  
 б) при нескольких проемах в помещении.



Воздействие воды на горение древесины:  
 а - сплошной (компактной) струей; б - распыленной струей

1	2
Вскрытие деревянных стен, перегородок толщиной 0,25 — 0,3 м цепной электропилой	6
Пробивание отбойным молотком в железобетонной плите толщиной 0,15 м отверстия диаметром 0,5 м	18
Вскрытие на площади 1 м <sup>2</sup> ручным механизированным инструментом:	
- металлической кровли	1
- рулонной кровли на битумной основе по деревянной обрешетке	5
- утепленного горючего покрытия	10
- деревянной перегородки или подшивки потолка толщиной 0,1 м	3
- дощатого шпунтового или паркетного щитового пола	2
- дощатого гвоздевого или паркетного штучного пола	1
Перекачка воды: контроль за поступлением воды в автоцистерну (на каждую машину)	1
Контроль за работой рукавной системы (на 100 метров линии перскачки)	1
Подвоз воды: сопровождающий на машине	1
Работа на пункте заправке	1

**Примечания:** 1. Средний и старший начальствующий состав, а также водители пожарных автомобилей при расчете требуемой численности людей не учитываются.

2. В общее количество личного состава необходимо включать связанных у РТП, НШ, НТ и НБУ и пожарных, выполняющих вспомогательные работы.

3. Необходимое количество людей для выполнения действий по эвакуации материальных ценностей определяют отдельно с учетом конкретных условий и объема необходимых работ.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

**Кафедра геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях**

## **История и современное состояние средств пожаротушения**

**Методические рекомендации по самостоятельной работе**

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки  
«Пожарная безопасность»

Самостоятельная работа студентов является важнейшим компонентом образовательного процесса, формирующим личность, его мировоззрение и культура мировоззрения, развивающим его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Цель работы: формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению и оформлению, и представлению полученных результатов их критическому анализу, поиску новых неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений, и ведения дискуссий.

Организация самостоятельной работы: самостоятельная работа заключается в изучении тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практикуму, к рубежным контролям и зачетам.

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке ВлГУ, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно- методические пособия, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и работы с первоисточниками. В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Готовясь к докладу или реферату, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. В ходе семинарского занятия внимательно слушать выступления своих однокурсников. При необходимости задавать им уточняющие вопросы. Принимать активное участие в обсуждении учебных вопросов: выступать с докладами, рефератами, обзорами научных статей, отдельных публикаций периодической печати, касающихся содержания темы семинарского занятия. В ходе своего выступления использовать технические средства обучения, доску и мел. С целью более глубокого усвоения изучаемого материала задавать вопросы преподавателю. После подведения итогов семинара устранить недостатки, отмеченные преподавателем.

При подготовке к зачету (в конце семестра) повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе.

Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: - аудиторная; - внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно примерной и рабочей программ учебной дисциплины. Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются: - для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др. - для закрепления и систематизации знаний:

работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др. - для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Требование к студентам по подготовке и презентации доклада:

1. Доклад-это сообщение по заданной теме, с целью внести знания из дополнительной литературы, систематизировать материал, проиллюстрировать примерами, развивать навыки самостоятельной работы с научной литературой, познавательный интерес к научному познанию.

2. Тема доклада должна быть согласована с преподавателем и соответствовать теме занятия.

3. Материалы при его подготовке, должны соответствовать научно-методическим требованиям ВлГУ и быть указаны в докладе.

4. Необходимо соблюдать регламент, оговоренный при получении задания.
5. Иллюстрации должны быть достаточными, но не чрезмерными.
6. Работа студента над докладом-презентацией включает в себя отработку навыков ораторства и умения организовать и проводить диспут.
7. Студент в ходе работы по презентации доклада отрабатывает умение ориентироваться в материале и отвечать на дополнительные вопросы слушателей.
8. Студент в ходе работы по презентации доклада отрабатывает умение самостоятельно обобщать материал и делать выводы.
9. Докладом также может стать презентация реферата студента, соответствующего теме занятия.
10. Студент обязан подготовить доклад в срок, установленный преподавателем и выступить с докладом.

Инструкция докладчикам и содокладчикам.

Докладчики и содокладчики - основные действующие лица. Они во многом определяют содержание, стиль и актуальность данного занятия. Сложность в том, что докладчики и содокладчики должны знать и уметь очень многое: сообщать новую информацию и использовать технические средства, знать и хорошо ориентироваться в тематике презентации (семинара) уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы четко выполнять установленный регламент (докладчик - 10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин) иметь представление о композиционной структуре доклада. Необходимо помнить, что выступление состоит из трех частей: вступление, основная часть и заключение. Вступление помогает обеспечить успех выступления по любой тематике. Вступление должно содержать: - название презентации (доклада) - сообщение основной идеи - современную оценку предмета изложения - краткое перечисление рассматриваемых вопросов - живую интересную форму изложения - акцентирование оригинальности подхода. Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должна даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов. Заключение - это ясное четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели.

Порядок сдачи и защиты рефератов:

1. Реферат сдается на проверку преподавателю за 1-2 недели до зачетного занятия.
2. При оценке реферата преподаватель учитывает качество степень самостоятельности студента и проявленную инициативу связность, логичность и грамотность составления оформления в соответствии с требованиями ГОСТ.
3. Защита тематического реферата может проводиться на выделенном одном занятии в рамках часов учебной дисциплины или конференции или по одному реферату при изучении соответствующей темы, либо по договоренности с преподавателем.

4. Защита реферата студентом предусматривает доклад по реферату не более 5-7 минут ответы на вопросы оппонента. На защите запрещено чтение текстареферата.

5. Общая оценка за реферат выставляется с учетом оценок за работу, доклад, умение вести дискуссию и ответы на вопросы.

#### СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ РАЗДЕЛОВ РЕФЕРАТА

Титульный лист. Является первой страницей реферата и заполняется по строго определенным правилам. В верхнем поле указывается полное наименование учебного заведения. Ниже указывается название кафедры. В среднем поле дается заглавие реферата, которое проводится без слова " тема " и в кавычки не заключается. Далее, ближе к правому краю титульного листа, указываются фамилия, инициалы студента, написавшего реферат, а также его курс и группа. Немного ниже указывается фамилия и инициалы преподавателя - руководителя работы. В нижнем поле указывается год написания реферата. После титульного листа помещают оглавление, в котором приводятся все заголовки работы и указываются страницы, с которых они начинаются. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать их или давать в другой формулировке и последовательности нельзя. Все заголовки начинаются с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием / / с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три - пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Введение. Здесь обычно обосновывается актуальность выбранной темы, цель и содержание реферата, указывается объект / предмет / рассмотрения, приводится характеристика источников для написания работы и краткий обзор имеющейся по данной теме литературы. Актуальность предполагает оценку своевременности и социальной значимости выбранной темы, обзор литературы по теме отражает знакомство автора реферата с имеющимися источниками, умение их систематизировать, критически рассматривать, выделять существенное, определять главное. Основная часть. Содержание глав этой части должно точно соответствовать теме работы и полностью ее раскрывать. Эти главы должны показать умение исследователя сжато, логично и аргументировано излагать материал, обобщать, анализировать, делать логические выводы. Заключительная часть. Предполагает последовательное, логически стройное изложение обобщенных выводов по рассматриваемой теме. Библиографический список использованной литературы составляет одну из частей работы, отражающей самостоятельную творческую работу автора, позволяет судить о степени фундаментальности данного реферата. В работах используются следующие способы построения библиографических списков: по алфавиту фамилий, авторов или заглавий; по тематике; по видам изданий; по характеру содержания; списки смешанного построения. Литература в списке указывается в алфавитном порядке / более распространенный вариант - фамилии авторов в алфавитном порядке /, после указания фамилии и инициалов автора указывается название литературного источника, место издания / пишется сокращенно, например, Москва - М., Санкт - Петербург - СПб ит.д. /, название издательства / например, Мир /, год издания / например, 2015г. /, можно указать страницы / например, с. 54-67 /. Страницы можно указывать прямо в тексте, после указания номера, пода которым литературный источник находится в списке литературы /например, 7 / номер лит. источника/ , с. 67- 89 /. Номер литературного источника указывается после каждого нового отрывка текста из другого литературного источника. В приложении помещают вспомогательные или дополнительные материалы, которые загромождают текст основной части работы (таблицы, карты, графики, неопубликованные документы, переписка и т.д.). Каждое приложение должно начинаться с нового листа (страницы) с указанием в правом верхнем углу слова "Приложение" и иметь тематический заголовок. При наличии в работе более одного приложения они нумеруются арабскими цифрами без знака "№", например, "Приложение 1". Нумерация страниц, на которых даются приложения, должна быть сквозной и продолжать общую нумерацию страниц основного текста. Связь основного текста с приложениями осуществляется через ссылки, которые употребляются со словом "смотри" (оно обычно сокращается и заключается вместе с шифром в круглые скобки - (см. прил.



1).

*Задание на самостоятельную работу:*

Самостоятельная работа способствует усвоению и закреплению изученного материала. Она направлена на обобщение, систематизацию и углубление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины, на формирование и развитие интеллектуальных и профессионально значимых умений. При этом студенты должны продемонстрировать умение правильно оформлять бланки и некоторые виды документов, соблюдая основные требования, предъявляемые к управленческой документации ГОСТом Р6.30 - 2003.

Тема самостоятельной работы выбирается студентом из нижеприведенного списка.

По выбранной теме необходимо указать основное назначение документов и состав документов.

Темы:

1. Становление пожарно-технического образования в России. Пожары и катастрофы.
2. Влияние рыночных отношений на пожарную охрану.
3. Рыночные отношения и ВДПО.
4. Влияние изменений экономического механизма на выполнение противопожарных требований.
5. Превращение пожаров в России в конце XX века в национальное бедствие.
6. Передача пожарной охраны в ведение МЧС и структурные реформы.
7. Работа Российского правительства по правовому регулированию вопросов пожарной безопасности на рубеже XX и XXI веков.
8. Зарождение мер по борьбе с огнем.
9. Динамика исторических уровней развития организационных мер по борьбе с пожарами.
10. Попытки государственных структур влиять на существующее положение по борьбе с огнем.
11. Начало организованной борьбы с огнем.
12. Влияние научно-технической революции на развитие пожарного дела.
13. Эволюция представлений человечества об огне.
14. Открытие огня и способов его получения.
15. Эволюция простейших водоподъемных машин. Изобретение первого пожарного насоса.
16. Русские законы о борьбе с огнем.
17. История организации пожарной охраны России.
18. Производство противопожарного оборудования в России. Уровень технической оснащенности пожарных частей.
19. Развитие системы комплектования пожарных частей.
20. Положение дел с пожарами в дореволюционной России.
21. Основные исторические тенденции развития пожарной техники.
22. История создания и развития пожарных насосов и пожарных автомобилей.
23. История создания пожарных лестниц и устройств подачи воды для тушения пожаров на высоте.
24. Совершенствование конструкции пожарных лестниц, появление паровых механических, а затем и пневматических лестниц.
25. История развития противопожарного водоснабжения.
26. Система хозяйственного водоснабжения России в XIX веке.
27. Зарождение и становление советской пожарной охраны.
28. Декрет "Об организации государственных мер борьбы с огнем".

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»

Кафедра «Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях»

**ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ПОЖАРНОГО НАДЗОРА**

***КУРС ЛЕКЦИЙ***

Специальность 20.02.04  
Пожарная безопасность

*Под редакцией:*  
***Анохина П. М.***,  
кандидата технических наук,  
доцента кафедры ГлЗЧС.

Екатеринбург  
2021

Курс лекций предназначен для обучающихся в Уральском государственном горном университете по специальности 20.02.04 – Пожарная безопасность

В основу курса лекций взяты положения действующих законодательных и иных нормативных правовых актов: федеральных законов, указов Президента Российской Федерации, постановлений Правительства Российской Федерации, приказов МЧС России и других.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....

### **Тема 1. Организационно-правовые основы деятельности органов государственного пожарного надзора**

Лекция 1. Становление органов государственного пожарного надзора в Российском государстве .....

Вопросы: 1. Этапы становления органов государственного пожарного надзора.  
2. Организационная структура и компетенция органов государственного пожарного надзора ФПС МЧС России.

Лекция 2. Полномочия должностных лиц органов государственного пожарного надзора .....

Вопросы: 1. Должностные лица органов государственного пожарного надзора.  
2. Права и обязанности государственных инспекторов по пожарному надзору.  
3. Квалификационные требования для должностных лиц органов государственного пожарного надзора.

### **Тема 2. Исполнение государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности**

Лекция 1. Организация планирования деятельности органов и должностных лиц органов государственного пожарного надзора

Вопросы: 1. Основные требования, предъявляемые к планированию, содержанию и структуре плана.  
2. Организация планирования в органах государственного пожарного надзора. Виды планирующих документов.

Лекция 2. Организация и проведение проверок выполнения требований пожарной безопасности .....

Вопросы: 1. Виды и порядок проведения проверок выполнения требований пожарной безопасности.  
2. Проведение плановых проверок выполнения требований пожарной безопасности.  
3. Проведение внеплановых проверок выполнения требований пожарной безопасности.  
4. Распоряжение органа государственного пожарного надзора о проведении проверки.

Лекция 3. Оформление результатов проверок выполнения требований пожарной безопасности .....

- Вопросы:
1. Акт проверки выполнения требований пожарной безопасности.
  2. Предписания, оформляемые по результатам проверки выполнения требований пожарной безопасности.
  3. Порядок применения норм к объектам защиты при оформлении предписания органов государственного пожарного надзора.

### **Тема 3. Административно-правовая деятельность органов государственного пожарного надзора**

Лекция 1. Возбуждение дела об административном правонарушении в области пожарной безопасности .....

- Вопросы:
1. Должностные лица МЧС России, уполномоченные составлять протоколы об административных правонарушениях.
  2. Порядок составления протокола об административном нарушении требований пожарной безопасности.

Лекция 2. Рассмотрение дел об административных правонарушениях, связанных с нарушениями требований пожарной безопасности .

- Вопросы:
1. Подготовка к рассмотрению дела об административном правонарушении в области пожарной безопасности.
  2. Порядок рассмотрения дела об административном правонарушении в области пожарной безопасности. Вынесение постановления по результатам рассмотрения дела.

Лекция 3. Административное приостановление и временный запрет деятельности .....

- Вопросы:
1. Административное приостановление деятельности как вид административного наказания в области пожарной безопасности.
  2. Временный запрет деятельности. Порядок применения за нарушения требований пожарной безопасности.

### **Тема 4. Организация работы с обращениями и жалобами организаций и граждан по вопросам обеспечения пожарной безопасности**

Лекция. Порядок рассмотрения обращений физических и юридических лиц, органов власти по вопросам обеспечения пожарной

безопасности .....

- Вопросы:
1. Порядок информирования об исполнении государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности.
  2. Рассмотрение межведомственных запросов из федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, предоставляющих государственные услуги.
  3. Проведение консультаций по исполнению государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности и вопросам, входящим в компетенцию органов ГПН.
  4. Досудебный (внесудебный) порядок обжалования решений и действий (бездействия) органа, исполняющего государственную функцию по надзору за выполнением требований пожарной безопасности, а также его должностных лиц.

### **Тема 5. Организация и осуществление пожарно-профилактической работы на объектах и в населенных пунктах**

Лекция 1. Организация пожарно-профилактической работы .....

- Вопросы:
1. Пожарно-профилактическая работа. Организация пожарно-профилактической работы на объекте.
  2. Деятельность администрации объекта по обеспечению пожарной безопасности.

Лекция 2. Основы организации и проведения противопожарной пропаганды .....

- Вопросы:
1. Противопожарная пропаганда как самостоятельный вид пропаганды.
  2. Виды и формы противопожарной пропаганды.

Лекция 3. Обучение мерам пожарной безопасности .....

- Вопросы:
1. Организационные основы обучения мерам пожарной безопасности.
  2. Противопожарные инструктажи как форма обучения мерам пожарной безопасности работников организаций.
  3. Организация обучения мерам пожарной безопасности по месту жительства и месту учебы.

Лекция 4. Организация информирования населения о чрезвычайных ситуациях и пожарах

- Вопросы:
1. Информирование населения через средства массовой информации и по иным каналам о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях и пожарах, мерах по обеспечению безопасности населения и территорий,

- приемах и способах защиты.
2. Размещение современных технических средств массовой информации в местах массового пребывания людей в целях подготовки населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности.

## **Тема 6. Государственный надзор в области пожарной безопасности в системе независимой оценки рисков**

Лекция. Общий порядок функционирования системы независимой оценки рисков .....

- Вопросы:
1. Организация независимой оценки рисков.
  2. Состав, принципы функционирования и основные правила системы независимой оценки рисков.
  3. Порядок оценки соответствия объектов защиты (продукции) требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска.

## **Тема 7. Официальный статистический учет и государственная статистическая отчетность по пожарам и их последствиям**

Лекция. Учет пожаров и государственная статистическая отчетность по пожарам и последствиям от них. ....

- Вопросы:
1. Порядок официального статистического учета пожаров и их последствий.
  2. Порядок заполнения и прохождения карточки учета пожара (загорания).
  3. Государственная статистическая отчетность по пожарам и их последствиям (Федеральное статистическое наблюдение).
  4. Обработка (статистический анализ) данных по пожарам (загораниям) и их последствиям в Российской Федерации.

## **Тема 8. Контроль за деятельностью органов государственного пожарного надзора**

Лекция. Осуществление контроля за исполнением государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности .....

- Вопросы:
1. Порядок и формы контроля за исполнением государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности.
  2. Статистическая отчетность по осуществлению государственного надзора в области пожарной безопасности.

## ВВЕДЕНИЕ

Современные требования к должностным лицам органов государственного пожарного надзора Федеральной противопожарной службы МЧС России предусматривают качественно новый подход к организации их профессиональной подготовки и становления как специалистов, обладающих соответствующими знаниями и владеющих определенными навыками и умениями. Одной из дисциплин, обеспечивающих соответствующую профессиональную подготовку техника по специальности 20.02.04 Пожарная безопасность является дисциплина «Организация деятельности государственного пожарного надзора».

Дисциплина МДК.02.01. «Организация деятельности государственного пожарного надзора» в соответствии с рабочим учебным планом является элементом профессионального модуля ПМ.02 «Осуществление государственных мер в области обеспечения пожарной безопасности». В результате изучения профессионального модуля обучающийся должен: иметь практический опыт: проведения пожарно-технического обследования объектов; разработки мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объектов. Целью изучения дисциплины является ориентирование студентов (далее - обучающиеся) на современные формы и методы осуществления надзорной деятельности в области пожарной безопасности. Для ее достижения предусматривается решение основной задачи - приобретение обучающимися теоретических знаний, формирование практических навыков и умений, необходимых для реализации полномочий должностных лиц органов государственного пожарного надзора в соответствии с действующим законодательством.

Изложенный в курсе лекций материал даст возможность сформировать представление обучаемых и позволит углубить их знания об организации и деятельности органов государственного пожарного надзора как органа обеспечивающего пожарную безопасность в Российской Федерации.



## **Раздел № 1.**

### **Тема 1. Организационно-правовые основы деятельности органов государственного пожарного надзора**

#### **Лекция 1. Становление органов государственного пожарного надзора в Российском государстве**

*Вопросы лекции:*

1. Этапы становления органов государственного пожарного надзора.
2. Организационная структура и компетенция органов государственного пожарного надзора ФПС МЧС России.

#### **Вопрос № 1. Этапы становления органов государственного пожарного надзора**

Становление пожарной охраны и развитие органов Государственного пожарного надзора как надзорно-профилактической службы в нашей стране неразрывно связаны с подписанием 17 апреля 1918 г. Декрета «Об организации государственных мер борьбы с огнем». В нем предусматривалось планомерное проведение предупредительных и оборонительных мер борьбы с пожарами, отмечалась необходимость правильного и планомерного проведения противопожарных мероприятий, обращалось внимание на важность развития пожарной профилактики, издания правил и инструкций, разработки пожарной техники и др. Также в декрете была определена главная задача пожарной охраны – предупреждение пожаров.

В целях осуществления «как предупредительных, так и оборонительных» мер борьбы с пожарами в стране был учрежден центральный орган пожарной охраны – Пожарный совет РСФСР, на который возлагались «высшее руководство, объединение, направление и развитие мероприятий по борьбе с огнем».

В декрете подчеркивалось, что постановления Пожарного совета обязательны для всех правительственных, общественных и частных учреждений и организаций. Руководство работой Пожарного совета РСФСР было возложено на Главного комиссара по делам страхования и борьбы с огнем М.Т. Елизарова.

Пожарный совет определил порядок сбора по стране материалов по пожарной статистике, а также установил правила проведения обследований в области пожарного дела и огнестойкого строительства.

Декрет узаконил государственный контроль за выполнением организациями и учреждениями мер пожарной безопасности, его

положения явились основой для создания в последующие годы органов государственного пожарного надзора.

Пожарный Совет на своем первом заседании 21-27 мая 1918 года ставит вопрос об образовании местных органов для надзора за пожарной безопасностью в городах и сельской местности и контроля за деятельностью пожарных организаций, а 27 сентября 1918 г. принято Положение о местных органах противопожарного надзора. Согласно этому положению при исполкомах областных, губернских и уездных съездах Советов и при исполкомах городских Советов депутатов трудящихся в городах с населением свыше 10 тыс. человек были образованы местные пожарные комитеты.

1 декабря 1918 г. СНК издал Декрет «Об организации страхового дела в Российской Республике», объявивший государственную монополию страхования. Согласно декрету Комиссариат страхования и борьбы с огнем был преобразован в страховую, а позднее – в пожарно-страховой отдел (ПСО) Высшего совета народного хозяйства (ВСНХ). Таким образом, произошло слияние страхового и пожарного отдела. Объединение пожарного и страхового дела оказалось нецелесообразным и 12 июля 1920 г. пожарное дело было отделено от страхового и передано в Главное управление коммунального хозяйства Народного Комиссариата внутренних дел (НКВД) РСФСР, при котором был создан Центральный пожарный отдел с подотделами на местах.

В 1921 году специальные комиссии, включающие пожарных, представителей профсоюзных организаций и местных Советов, в сжатые сроки провели пожарно-техническое обследование всех общественных зданий, промышленных объектов, складов. Это была первая пожарно-профилактическая акция широкого масштаба.

К концу 1925 года страна достигла значительных успехов в строительстве, восстановлении промышленного производства. Однако в этот период наблюдается рост числа пожаров, главным образом, из-за ослабления внимания к вопросам пожарной безопасности со стороны отдельных руководителей хозяйственных организаций. В связи с этим в апреле 1927 года выходит постановление СНК СССР о мерах охраны государственных предприятий, согласно которому ответственность за противопожарное состояние фабрик, заводов, мастерских, складов возлагается на их руководителей.

Это правительственное решение дисциплинировало должностных лиц, повысило их внимание к вопросам профилактики и проведения практических мер по повышению пожарной безопасности объектов, но не решало всего комплекса вопросов. Затем ВЦИК и СНК РСФСР 18 июля 1927 г. принял важное решение о создании в стране государственного пожарного надзора в РСФСР (*Постановление ВЦИК и СНК РСФСР от 18 июля 1927 г. «Положение об органах государственного пожарного*

надзора в РСФСР»), призванного осуществлять контроль за состоянием пожарной безопасности во всех коммунальных, ведомственных и общественных организациях. Функции его были возложены на аппараты и подразделения пожарной охраны НКВД союзных республик.

К концу 1927 года в Советском Союзе складывается единая система органов государственного пожарного надзора, которая при совместных усилиях профессиональных городских и объектовых пожарных частей и добровольных помощников из рабочих и служащих должна была обеспечить решение всего комплекса вопросов по успешной борьбе с огнем в городах, сельской местности и на промышленных предприятиях.

В последующих правительственных актах (*Например: Положение о городских профессиональных пожарных командах РСФСР // Циркуляр НКВД № 390 от 19 октября 1927 г.; Положение о пожарной охране в торговых портах СССР // Циркуляр № 318 от 25 сентября 1929 г.; Приказ ВСНХ РСФСР от 18 января 1930 г. № 504 «Об образовании в местных органах ВСНХ РСФСР пожарных инспекций»; Постановление СНК СССР от 14 мая 1934 г. «Об охране лесов от пожаров» и др.*) функции пожарных инспекций и государственного пожарного надзора получили дальнейшее развитие.

Значительным этапом в формировании и становлении профилактической службы и органов государственного пожарного надзора явилось Постановление ВЦИК и СНК СССР от 7 апреля 1936 г. № 52/654 «Положение о государственном пожарном надзоре и городской пожарной охране». Постановление достаточно четко определяло функции и права органов государственного пожарного надзора.

Руководствуясь этим постановлением, Главное управление пожарной охраны и его местные органы планировали и проводили надзорно-профилактическую работу на объектах народного хозяйства страны, в городах и населенных пунктах. К числу основных мер пожарной профилактики была отнесена нормативно-техническая работа, особенно на крупных новостройках первых пятилеток. Разработка противопожарных норм и правил, контроль за их выполнением, рассмотрение проектов в части учета требований пожарной безопасности стали неотъемлемой стороной деятельности органов государственного пожарного надзора.

В предвоенный период, а также в годы Великой Отечественной войны государственный пожарный надзор проводил большую работу по улучшению пожаробезопасного состояния предприятий, городов и населенных пунктов (снос временных деревянных строений, создание запасов воды для тушения пожаров, устройство противопожарных преград и разрывов, внедрение огнестойкого строительства).

В годы Великой Отечественной войны работники органов государственного пожарного надзора, а также начальствующий состав пожарных частей промышленных предприятий и транспорта широко

проводили профилактическую работу. Отклонения от противопожарных правил и норм устраняли в экстренном порядке, в ходе обследований и проверок. Начальствующий состав пожарных частей, инспектора государственного пожарного надзора занимались подготовкой объектов к отражению воздушных налетов, обучали формирования местной противовоздушной обороны приемам тушения пожаров и зажигательных авиабомб.

Немаловажная роль принадлежит органам государственного пожарного надзора и в мирном послевоенном строительстве. Для решения принципиально новых проблем, связанных с предупреждением пожаров и взрывов на химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих и других предприятиях, привлекаются научные работники. Развитие науки и техники, расширение производства обусловили необходимость разработки новых нормативных документов, организационной перестройки работы пожарной охраны, повышения квалификации специалистов данного профиля. Масштабы объектов народного хозяйства, рост их числа требовали привлечения к противопожарной защите самих трудящихся, широких слоев населения.

После либерализации общественно-политической жизни в стране и перестройки управления экономикой с отраслевого на территориальный, в 1960 году произошло упразднение МВД СССР. Ряд министерств и управлений были переданы в союзно-республиканское подчинение. Функции пожарного надзора стали выполнять ГУПО, УПО МВД союзных республик, УПО, ОПО УВД автономных республик, краев и областей.

В 1966 году все пожарные подразделения вернулись в подчинение МВД СССР. Эта важнейшая организационная мера позволила значительно повысить боеспособность городских пожарных частей, в том числе повсеместно усилить аппараты государственного пожарного надзора, организовав в большинстве городов и сельских районов его отделения и инспекции.

Поставленные задачи органы государственного пожарного надзора решали в тесном взаимодействии с другими государственными органами, добровольными пожарными дружинами (командами) и обществами, с внештатными инспекторами при исполнительных комитетах местных Советов народных депутатов, широко привлекая к профилактической работе рабочих и служащих предприятий, учреждений и организаций, а также население по месту жительства. Каждый работник органов государственного пожарного надзора был обязан неустанно расширять и укреплять эту связь с коллективами трудящихся, активом добровольцев, широко использовать их помощь, настойчиво пропагандировать среди населения, рабочих и служащих меры пожарной безопасности, всемерно добиваться внедрения достижений науки и техники в противопожарную защиту объектов народного хозяйства.

По-прежнему актуальным оставался вопрос обеспечения пожарной безопасности гостиниц, культурно-зрелищных учреждений, крупных спортивных сооружений, больниц, детских учреждений, школ и других мест массового сосредоточения людей. Необходимость усилить профилактическую работу органов государственного пожарного надзора на этих объектах была подчеркнута в постановлении Совета Министров СССР от 15 июля 1977 г. № 654 «О мерах по повышению пожарной безопасности в населенных пунктах и на объектах народного хозяйства». Кроме того, в нем указано, что обеспечение противопожарной защиты городов и других населенных пунктов, а также объектов народного хозяйства является важнейшей государственной задачей и руководители министерств, ведомств, промышленных предприятий, организаций, учреждений, совхозов и колхозов несут ответственность за ее выполнение.

Задачи, функции и права органов государственного пожарного надзора МВД СССР определило Положение о государственном пожарном надзоре СССР, утвержденное постановлением Совета Министров СССР от 26 декабря 1977 г. № 1115. Основными задачами являлись – совершенствование работы по предотвращению пожаров, обеспечению защиты от них городов и других населенных пунктов, а также объектов народного хозяйства, повышение эффективности борьбы с огнем, осуществление контроля за выполнением профилактических мероприятий и установленных требований пожарной безопасности.

Необходимо отметить, что порядок осуществления пожарной охраной МВД СССР надзорных функций, помимо Положения о государственном пожарном надзоре СССР, регламентировался также приказами и указаниями МВД СССР, инструкциями, обзорами и информационными письмами ГУПО МВД СССР. Наставление по организации работы органов государственного пожарного надзора, введенное в действие приказом МВД СССР от 29 декабря 1979 г. № 359 – основной руководящий документ, определяющий конкретные формы и методы профилактической деятельности территориальных и местных органов государственного пожарного надзора.

Представитель органа государственного пожарного надзора, уже в то время, обязан был не только контролировать выполнение противопожарных норм и правил, но и оказывать помощь руководителям предприятий, организаций и учреждений в осуществлении противопожарных мероприятий.

В 1987 году вводится в действие новое Наставление по организации работы органов государственного пожарного надзора, утвержденное Приказом МВД СССР от 15 января 1987 г. № 15 (с последующими изменениями и дополнениями в ред. Приказа МВД СССР от 5 октября 1989 г. № 239), которое не только расширило диапазон действий инспекторского состава, но и наделило их большей самостоятельностью.

Сотрудники получили под контроль конкретные территории. Профилактической работой на предприятиях они должны были заниматься не менее 15 дней в месяц.

С прекращением существования Советского Союза и образованием Российской Федерации в начале 90-х годов XX века была открыта новая страница в истории пожарной охраны страны. В системе Министерства внутренних дел России в 1991 году создается Служба противопожарных и аварийно-спасательных работ (СПАСР), на органы управления и подразделения которой были возложены функции по организации и осуществлению государственного пожарного надзора.

В целях укрепления пожарной безопасности в Российской Федерации 23 августа 1993 г. Правительство Российской Федерации своим постановлением № 849 «Вопросы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации и организации Государственной противопожарной службы Министерства внутренних дел Российской Федерации» преобразовало Службу противопожарных и аварийно-спасательных работ (СПАСР) МВД России в Государственную противопожарную службу (ГПС) МВД России.

ГПС МВД России была создана с целью защиты жизни и здоровья людей, имущества от пожаров, организации и осуществления государственного пожарного надзора в Российской Федерации за соблюдением требований пожарной безопасности и пресечения их нарушений.

Впервые **государственный пожарный надзор** был определен как специальный вид государственной надзорной деятельности, осуществляемый должностными лицами органов управления и подразделениями ГПС в целях контроля за соблюдением требований пожарной безопасности и пресечения их нарушений.

В ноябре 1994 года впервые в истории пожарного дела Государственной Думой Российской Федерации был принят, а 21 декабря 1994 года подписан Президентом Российской Федерации Федеральный закон «О пожарной безопасности». С принятием закона начинают регулироваться отношения в области пожарной безопасности между органами государственной власти, органами местного самоуправления, учреждениями, организациями, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, иными юридическими лицами независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, а также между общественными объединениями, должностными лицами, гражданами Российской Федерации, иностранными гражданами, лицами без гражданства.

25 мая 1995 года Приказами начальника Главного Управления Государственной противопожарной службы МВД России № 10 утверждено Наставление по организации и осуществлению

государственного пожарного надзора в Российской Федерации, приказом № 11 должностные лица Государственной противопожарной службы наделены правами по осуществлению государственного пожарного надзора.

Характеризуя деятельность органов государственного пожарного надзора в «советский» период, который продолжался до 90-х годов XX столетия, можно констатировать, что основной целью их работы было приведение объектов надзора в образцовое противопожарное состояние.

В целях совершенствования государственного управления в области пожарной безопасности, повышения готовности единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, объединения сил и средств при организации и проведении первоочередных аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров Указом Президента Российской Федерации от 9 ноября 2001 г. № 1309 «О совершенствовании государственного управления в области пожарной безопасности» с 1 января 2002 года ГПС МВД России преобразована в ГПС МЧС России. Начался современный этап в развитии органов государственного пожарного надзора.

В силу проводимой реорганизации 20 июня 2002 г. Приказом МЧС России № 302 был утвержден Перечень должностей личного состава Государственной противопожарной службы МЧС России и соответствующих им прав и обязанностей по осуществлению государственного пожарного надзора.

Последующее изменение структуры органов управления и подразделений ГПС МЧС России побудило к принятию Приказа МЧС России от 18 декабря 2003 г. № 732 «О внесении изменений и дополнений в приказ МЧС России от 20 июня 2002 г. № 302».

Немаловажную роль в совершенствовании органов государственного пожарного надзора так же имел Приказ МЧС России от 17 марта 2003 г. № 132 «Об утверждении инструкции по организации и осуществлению государственного пожарного надзора в Российской Федерации». Утвержденная приказом Инструкция была разработана в соответствии с законодательными и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации в области пожарной безопасности и определяла порядок организации и осуществления государственного пожарного надзора должностными лицами органов, осуществляющих государственный пожарный надзор, за соблюдением требований пожарной безопасности федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, другими юридическими лицами, независимо от их ведомственной принадлежности и организационно-правовых форм собственности (в том числе юридическими лицами иностранных

государств), и их должностными лицами, индивидуальными предпринимателями и гражданами.

В последующие годы ключевым вопросом формирования правового поля в сфере надзорной деятельности является принятие 21 декабря 2004 г. Правительством Российской Федерации Положения о государственном пожарном надзоре. Постановление Правительства установило предельную численность сотрудников федеральной противопожарной службы, осуществляющих государственный пожарный надзор, определило организационную структуру, полномочия, задачи, функции и порядок организации и осуществления деятельности органов государственного пожарного надзора, включило в себя перечень должностных лиц этих органов и соответствующих им прав и обязанностей.

Отправной точкой в работе модернизации государственного пожарного надзора явилось утверждение коллегией МЧС России в мае 2002 года Концепции совершенствования этой деятельности на период до 2005 года, утвержденной приказом МЧС России от 3 июня 2002 г. № 267 (в ред. Приказа МЧС России от 28.03.2003 № 161).

22 марта 2006 года состоялось заседание коллегии МЧС России, на котором были рассмотрены и одобрены приоритетные направления развития органов государственного пожарного надзора на период 2006-2008 годы.

В декабре 2006 года коллегия МЧС России, рассмотрела вопрос «О Концепции создания единой системы государственных надзоров в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций».

В соответствии с Концепцией, утвержденной приказом МЧС России от 29 декабря 2006 г. № 804 Единая система надзоров строится на базе государственного пожарного надзора. Деятельность системы государственных надзоров МЧС России координирует главный государственный инспектор Российской Федерации по пожарному надзору.

Таким образом, органы государственного пожарного надзора, занимая особое место в единой системе государственных надзоров МЧС России, сегодня являются стержневым надзорным органом МЧС России.

1 октября 2007 г. приказом МЧС России № 517 утвержден и введен в действие с 1 января 2008 года Административный регламент Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по надзору за выполнением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями, а также должностными лицами и гражданами установленных требований пожарной безопасности.



Учитывая происходящие изменения в организации надзорной деятельности в области пожарной безопасности 12 апреля 2012 г. постановлением Правительства Российской Федерации № 290 принято новое положение о федеральном государственном пожарном надзоре, 28 июня 2012 г. приказом МЧС России № 375 утвержден Административный регламент Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности. Данные нормативные правовые акты определили новые подходы к организации надзорной деятельности в области пожарной безопасности.

## **Вопрос № 2. Организационная структура и компетенция органов государственного пожарного надзора ФПС МЧС России**

Органы государственного пожарного надзора (органы исполнительной власти и подведомственные им государственные учреждения, уполномоченные на осуществление федерального государственного пожарного надзора) в соответствии со ст. 5 Федерального закона Российской Федерации «О пожарной безопасности» входят в систему структурных подразделений федеральной противопожарной службы наряду с такими как:

структурные подразделения центрального аппарата федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области пожарной безопасности, осуществляющие управление и координацию деятельности федеральной противопожарной службы;

структурные подразделения территориальных органов федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области пожарной безопасности, – региональных центров по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, органов, уполномоченных решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации;

пожарно-технические, научно-исследовательские и образовательные учреждения;

подразделения федеральной противопожарной службы, созданные в целях обеспечения профилактики пожаров и (или) их тушения в организациях (объектовые подразделения);

подразделения федеральной противопожарной службы, созданные в целях организации профилактики и тушения пожаров в закрытых административно-территориальных образованиях, особо важных и режимных организациях (специальные и воинские подразделения);

подразделения федеральной противопожарной службы, созданные в целях организации профилактики и тушения пожаров в населенных пунктах (территориальные подразделения);

подразделения федеральной противопожарной службы, созданные в целях охраны имущества организаций от пожаров на договорной основе (договорные подразделения федеральной противопожарной службы).

В соответствии со ст.1 Федерального закона «О пожарной безопасности» **федеральный государственный пожарный надзор** – деятельность уполномоченных федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющих переданные полномочия, а также подведомственных им государственных учреждений, направленная на предупреждение, выявление и пресечение нарушений организациями и гражданами требований, установленных законодательством Российской Федерации о пожарной безопасности (обязательные требования), посредством организации и проведения проверок деятельности организаций и граждан, состояния используемых (эксплуатируемых) ими объектов защиты, проведения мероприятий по контролю на лесных участках, на подземных объектах, при ведении горных работ, при производстве, транспортировке, хранении, использовании и утилизации взрывчатых материалов промышленного назначения, принятия предусмотренных законодательством Российской Федерации мер по пресечению и (или) устранению выявленных нарушений, и деятельность указанных уполномоченных органов государственной власти по систематическому наблюдению за исполнением требований пожарной безопасности, анализу и прогнозированию состояния исполнения указанных требований при осуществлении организациями и гражданами своей деятельности.

**Федеральный государственный пожарный надзор**, за исключением федерального государственного пожарного надзора, осуществляемого в лесах, на подземных объектах, при ведении горных работ, при производстве, транспортировке, хранении, использовании и утилизации взрывчатых материалов промышленного назначения, осуществляется должностными лицами органов государственного пожарного надзора федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (далее – органы государственного пожарного надзора), являющимися государственными инспекторами по пожарному надзору (п.1 Положения о федеральном государственном пожарном надзоре, утв. постановлением Правительства Российской Федерации № 290 от 12 апреля 2012 г.).

Органы государственного пожарного надзора осуществляют деятельность, направленную на предупреждение, выявление и пресечение нарушений организациями и гражданами требований, установленных

законодательством Российской Федерации о пожарной безопасности, посредством организации и проведения в установленном порядке проверок деятельности организаций и граждан, состояния используемых (эксплуатируемых) ими объектов защиты, а также на систематическое наблюдение за исполнением требований пожарной безопасности, анализ и прогнозирование состояния исполнения указанных требований при осуществлении организациями и гражданами своей деятельности.

*В соответствии со ст. 6 Федерального закона «О пожарной безопасности» к числу органов государственного пожарного надзора относятся:*

федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный на решение задач в области пожарной безопасности, в лице структурного подразделения его центрального аппарата, в сферу ведения которого входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора;

структурные подразделения региональных центров по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, созданные для организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора на территориях федеральных округов;

структурные подразделения территориальных органов управления федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области пожарной безопасности, созданные для организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора на территориях субъектов Российской Федерации;

структурные подразделения специальных и воинских подразделений.

Положение о федеральном государственном пожарном надзоре (далее – Положение) уточняет указанный перечень. **Непосредственно к органам государственного пожарного надзора** (п. 2 Положения) **относятся:**

а) структурное подразделение центрального аппарата Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, в сферу ведения которого входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора;

б) структурные подразделения территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – региональных центров по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора;

в) структурные подразделения территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – органов, специально уполномоченных решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации, в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора, и их территориальные отделы (отделения, инспекции);

г) структурные подразделения специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы, в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора, созданных в целях организации профилактики и тушения пожаров в закрытых административно-территориальных образованиях, особо важных и режимных организациях.

Отметим, что полномочия любого властного органа представляются ни чем иным, как его правами и обязанностями в отношении принятия правовых актов, а также осуществления иных властных действий. Не являются исключением и органы государственного пожарного надзора.

Так, положением и Административным регламентом МЧС России исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности (утв. приказом МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375) установлена компетенция органов государственного пожарного надзора.

*В соответствии с п. 5 Положения органы государственного пожарного надзора в рамках своей компетенции:*

а) организуют и проводят проверки деятельности организаций и граждан, состояния используемых (эксплуатируемых) ими объектов защиты;

б) производят в соответствии с законодательством Российской Федерации дознание по делам о пожарах и по делам о нарушениях требований пожарной безопасности;

в) ведут в установленном порядке производство по делам об административных правонарушениях в области пожарной безопасности;

г) осуществляют официальный статистический учет и ведение государственной статистической отчетности по пожарам и их последствиям;

д) осуществляют взаимодействие с федеральными органами исполнительной власти, в том числе с органами государственного контроля (надзора), органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и организациями, по вопросам обеспечения пожарной безопасности;

е) рассматривают обращения и жалобы организаций и граждан по вопросам обеспечения пожарной безопасности;

ж) осуществляют прием и учет уведомлений о начале осуществления юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями отдельных видов работ и услуг по перечню, утвержденному Правительством Российской Федерации.

Орган государственного пожарного надзора может привлекаться судом к участию в деле для дачи заключения по иску о возмещении вреда, причиненного жизни, здоровью людей, вреда, причиненного животным, растениям, окружающей среде, имуществу физических и юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу вследствие нарушений требований пожарной безопасности.

**В свою очередь п. 6 Административного регламента уточняет компетенцию органов ГПН и должностных лиц органов ГПН. Так, органы ГПН и должностные лица органов ГПН:**

1) организуют и проводят проверки органов власти, организаций и граждан;

2) принимают предусмотренные законодательством Российской Федерации меры по результатам проверок в отношении:

руководителей органов власти;

собственников имущества;

лиц, уполномоченных владеть, пользоваться или распоряжаться имуществом, в том числе руководителей организаций;

лиц, в установленном порядке назначенных ответственными за обеспечение пожарной безопасности;

должностных лиц в пределах их компетенции;

граждан.

***В п. 10 Административного регламента определена следующая компетенция органов ГПН при исполнении государственной функции:***

*ДНД МЧС России:*

руководит работой и контролирует деятельность органов ГПН региональных центров МЧС России, органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации и территориальных отделов (отделений, инспекций) органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации;

осуществляет по согласованию с Департаментом пожарно-спасательных сил, специальной пожарной охраны и сил гражданской обороны МЧС России организационно-методическое руководство органами ГПН специальных и воинских подразделений;

организует и проводит проверки объектов защиты, а также проверки в отношении федеральных органов исполнительной власти;

информирует в установленном порядке органы государственной власти о состоянии пожарной безопасности населенных пунктов и

организаций;

проводит работу с письмами и обращениями органов власти, организаций и граждан;

организует и осуществляет в установленном порядке производство по делам об административных правонарушениях;

ежегодно подготавливает и представляет в уполномоченный федеральный орган исполнительной власти в установленном порядке доклад об осуществлении федерального государственного пожарного надзора и его эффективности.

*Органы ГПН региональных центров МЧС России:*

организуют и контролируют деятельность органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации и территориальных отделов (отделений, инспекций) органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации при осуществлении федерального государственного пожарного надзора;

организуют и проводят проверки в отношении органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации;

вносят в органы государственной власти субъектов Российской Федерации предложения об установлении особого противопожарного режима на соответствующей территории;

организуют и осуществляют в установленном порядке производство по делам об административных правонарушениях;

осуществляют сбор, обобщение и анализ показателей, характеризующих деятельность по осуществлению федерального государственного пожарного надзора;

обобщают практику надзорной деятельности и готовят предложения для проведения корректирующих мероприятий в области организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора;

осуществляют организационно-методическое обеспечение нижестоящих органов ГПН;

проводят работу с письмами и обращениями организаций и граждан;

информируют полномочных представителей Президента Российской Федерации в федеральных округах, органы государственной власти субъектов Российской Федерации о состоянии пожарной безопасности населенных пунктов, организаций и объектов;

организуют учет и проверку соответствия заполнения поступивших деклараций пожарной безопасности на объекты защиты установленным формам, их регистрацию в установленном порядке.

*В главных управлениях МЧС России по субъектам Российской Федерации:*

1) органы ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации:

руководят работой и контролируют деятельность территориальных

отделов (отделений, инспекций) органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации по организации и осуществлению федерального государственного пожарного надзора на обслуживаемой территории;

ведут официальный статистический учет пожаров;

организуют и проводят проверки в отношении территориальных органов федеральных органов исполнительной власти и органов местного самоуправления, на объектах защиты, расположенных на территории субъекта Российской Федерации;

информируют органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления о состоянии пожарной безопасности населенных пунктов, организаций и объектов защиты на соответствующей территории;

организуют и осуществляют в установленном порядке производство по делам об административных правонарушениях;

организуют контроль за соответствием требованиям пожарной безопасности производства и реализации товаров (работ, услуг), подлежащих подтверждению соответствия требованиям пожарной безопасности, а также за изготовителями (поставщиками) веществ, материалов, изделий и оборудования, в технической документации на которые в обязательном порядке указываются показатели их пожарной опасности и меры пожарной безопасности при обращении с ними;

проводят работу с письмами и обращениями органов власти, организаций и граждан.

2) территориальные отделы (отделения, инспекции) органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации:

организуют и осуществляют проведение проверок в отношении территориальных органов федеральных органов исполнительной власти и органов местного самоуправления, на объектах защиты, расположенных на обслуживаемой территории;

осуществляют в установленном порядке производство по делам об административных правонарушениях;

информируют органы местного самоуправления о состоянии пожарной безопасности населенных пунктов, организаций и объектов защиты на соответствующей территории;

проводят работу с письмами и обращениями органов власти, организаций и граждан;

обеспечивают контроль за соответствием требованиям пожарной безопасности производства и реализации товаров (работ, услуг), подлежащих подтверждению соответствия требованиям пожарной безопасности, а также за изготовителями (поставщиками) веществ, материалов, изделий и оборудования, в технической документации на которые в обязательном порядке указываются показатели их пожарной

опасности и меры пожарной безопасности при обращении с ними.

*Органы ГПН специальных и воинских подразделений* осуществляют функции в объеме, определенных для органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации.

### **Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Постановление СНК РСФСР от 12 июля 1920 г. № 100 «О сосредоточении пожарного дела в Народном Комиссариате Внутренних дел».
2. Положение об органах государственного пожарного надзора в РСФСР: Постановление ВЦИК и СНК РСФСР от 18 июля 1927 г.
3. Постановление ВЦИК и СНК СССР от 7 апреля 1936 г. № 52/654 «Положение о государственном пожарном надзоре и городской пожарной охране».
4. Постановление Совета Министров СССР от 15 июля 1977 г. № 654 «О мерах по повышению пожарной безопасности в населенных пунктах и на объектах народного хозяйства».
5. Положение о государственном пожарном надзоре СССР (утв. Постановлением Совета Министров СССР от 26 декабря 1977 г. № 1115).
6. Наставление по организации работы органов государственного пожарного надзора (утв. Приказом МВД СССР от 15 января 1987 г. № 15, с последующими изменениями и дополнениями в ред. Приказа МВД СССР от 5 октября 1989 г. № 239).
7. Постановление Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 23 августа 1993 г. № 849 «Вопросы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации и организации Государственной противопожарной службы Министерства внутренних дел Российской Федерации».
8. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
9. Указ Президента Российской Федерации от 9 ноября 2001 г. № 1309 «О совершенствовании государственного управления в области пожарной безопасности».
10. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 декабря 2004 г. № 820 «О государственном пожарном надзоре».
11. Постановление Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре».
12. Приказ МВД СССР от 29 декабря 1979 г. № 359 «О введении в действие Наставления по организации работы органов государственного пожарного надзора».



13. Приказ МЧС России от 20 июня 2002 г. № 302 «Об утверждении Перечня должностей личного состава Государственной противопожарной службы МЧС России и соответствующих им прав и обязанностей по осуществлению государственного пожарного надзора».
14. Приказ МЧС России от 17 марта 2003 г. № 132 «Об утверждении инструкции по организации и осуществлению государственного пожарного надзора в Российской Федерации».
15. Приказ МЧС России от 29 декабря 2006 г. № 804 «О Концепции создания единой системы государственных надзоров в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций».
16. Приказ МЧС России от 1 октября 2007 г. № 517 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по надзору за выполнением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями, а также должностными лицами и гражданами обязательных требований пожарной безопасности».
17. Приказ МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности».
18. Приказ ГУГПС МВД России от 25 мая 1995 г. № 10 «Об утверждении Наставления по организации и осуществлению государственного пожарного надзора в Российской Федерации».
19. Концепция совершенствования деятельности по осуществлению государственного пожарного надзора на период до 2005 года, утверждена приказом МЧС России от 3 июня 2002 г. № 267 (в ред. Приказа МЧС России от 28.03.2003 № 161).
20. Решение коллегии МЧС России от 22 марта 2006 г. № 2/П «О приоритетных направлениях развития органов государственного пожарного надзора на 2006-2008 гг.».
21. Государственный пожарный надзор: Учебник для вузов МЧС России / Под общ. ред. канд. соц-их. наук Г.Н. Кириллова. Спб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2006. – 396 с.
22. *Макаркин С.В., Семенов С.В.* Организация обеспечения пожарной безопасности: учебное пособие / под общ. редакцией С.В.

- Макаркина. – 2-е изд., доп. (перераб.). – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2009. – 216 с.
23. *Макаркин С.В., Иванов В.С.* Организация пожарно-профилактической работы и государственный пожарный надзор в СССР: становление и развитие (советский период) // Пожаровзрывобезопасность. Научно-технический журнал № 1, Том 20. 2011. – Москва: ООО Издательство «Пожнаука», 2011. – С. 2-8.
24. *Макаркин С.В., Иванов В.С.* Государственный пожарный надзор в период изменения социально-политической и экономической системы России // Пожаровзрывобезопасность. Научно-технический журнал № 6, Том 20. 2011. – Москва: ООО Издательство «Пожнаука», 2011. – С. 2-7.

## **Лекция 2. Полномочия должностных лиц органов государственного пожарного надзора**

*Вопросы лекции:*

1. Должностные лица органов государственного пожарного надзора.
2. Права и обязанности государственных инспекторов по пожарному надзору.
3. Квалификационные требования для должностных лиц органов государственного пожарного надзора.

### **Вопрос № 1. Должностные лица органов государственного пожарного надзора**

**Осуществлять полномочия по предупреждению, выявлению и пресечению нарушений организациями и гражданами требований, установленных законодательством Российской Федерации о пожарной безопасности вправе следующие государственные инспекторы по пожарному надзору:** (п. 8 положения о федеральном государственном пожарном надзоре, утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290):

а) главный государственный инспектор Российской Федерации по пожарному надзору – главный государственный инспектор Российской Федерации по пожарному надзору, пользующийся правами заместителя Министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

б) заместители главного государственного инспектора Российской Федерации по пожарному надзору – начальник структурного подразделения центрального аппарата Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, в сферу ведения которого входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора, и его заместители;

в) государственные инспекторы Российской Федерации по пожарному надзору – сотрудники структурного подразделения центрального аппарата Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, в сферу ведения которого входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора, сотрудники структурных подразделений территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – региональных центров по делам

гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора;

г) главные государственные инспекторы субъектов Российской Федерации по пожарному надзору и их заместители – соответственно начальники структурных подразделений территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – органов, специально уполномоченных решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации, в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора, и их заместители;

д) государственные инспекторы субъектов Российской Федерации по пожарному надзору – сотрудники структурных подразделений территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – органов, специально уполномоченных решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации, в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора;

е) главные государственные инспекторы специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы по пожарному надзору и их заместители – соответственно начальники отделов (отделений) государственного пожарного надзора подразделений федеральной противопожарной службы, созданных в целях организации профилактики и тушения пожаров в закрытых административно-территориальных образованиях, особо важных и режимных организациях, и их заместители;

ж) государственные инспекторы специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы по пожарному надзору – сотрудники отделов (отделений) государственного пожарного надзора подразделений федеральной противопожарной службы, созданных в целях организации профилактики и тушения пожаров в закрытых административно-территориальных образованиях, особо важных и режимных организациях;

з) главные государственные инспекторы городов (районов) субъектов Российской Федерации по пожарному надзору и их заместители – соответственно начальники территориальных отделов (отделений, инспекций) структурных подразделений территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,

чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – органов, специально уполномоченных решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации, в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора, и их заместители;

и) государственные инспекторы городов (районов) субъектов Российской Федерации по пожарному надзору – сотрудники территориальных отделов (отделений, инспекций) структурных подразделений территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – органов, специально уполномоченных решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации, в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора.

В соответствии с п. 3 Административного регламента МЧС России исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности (утв. приказом МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375) государственную функцию под руководством главного государственного инспектора Российской Федерации по пожарному надзору осуществляют в порядке подчиненности нижестоящих вышестоящим следующие органы ГПН и должностные лица органов ГПН:

1) **структурное подразделение центрального аппарата** Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, в сферу ведения которого входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора – Департамент надзорной деятельности МЧС России (далее – ДНД МЧС России), в лице:

заместителей главного государственного инспектора Российской Федерации по пожарному надзору – директора ДНД МЧС России и его заместителей;

государственных инспекторов Российской Федерации по пожарному надзору – сотрудников ДНД МЧС России.

2) **структурные подразделения региональных центров** по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора (далее – органы ГПН региональных центров МЧС России), в лице государственных инспекторов Российской Федерации по пожарному надзору – начальников, их заместителей и сотрудников органов ГПН региональных центров МЧС России.

**3) в главных управлениях МЧС России по субъектам Российской Федерации:**

**структурные подразделения главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации**, в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора (далее – органы ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации), в лице:

главных государственных инспекторов субъектов Российской Федерации по пожарному надзору и их заместителей – соответственно начальников органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации и их заместителей;

государственных инспекторов субъектов Российской Федерации по пожарному надзору – сотрудников органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации.

**территориальные отделы (отделения, инспекции) органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации** в лице:

главных государственных инспекторов городов (районов) субъектов Российской Федерации по пожарному надзору и их заместителей – соответственно начальников территориальных отделов (отделений, инспекций) органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации и их заместителей;

государственных инспекторов городов (районов) субъектов Российской Федерации по пожарному надзору – сотрудников территориальных отделов (отделений, инспекций) органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации.

**4) структурные подразделения специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы**, созданные в целях организации профилактики и тушения пожаров в закрытых административно-территориальных образованиях, а также в особо важных и режимных организациях, в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора (далее – органы ГПН специальных и воинских подразделений), в лице:

главных государственных инспекторов специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы по пожарному надзору и их заместителей – соответственно начальников органов ГПН специальных и воинских подразделений и их заместителей;

государственных инспекторов специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы по пожарному надзору – сотрудников органов ГПН специальных и воинских подразделений.

## **Вопрос № 2. Права и обязанности государственных инспекторов по пожарному надзору**

Рассматривая права и обязанности должностных лиц органов ГПН необходимо обратить внимание, что они закреплены в ряде нормативных правовых документов: Федеральном законе Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» и Положении о федеральном государственном пожарном надзоре (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290), Административном регламенте МЧС России исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности (утв. приказом МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375).

В соответствии со ст. 6 Федерального закона «О пожарной безопасности» ***должностные лица органов государственного пожарного надзора в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, имеют право:***

запрашивать и получать на основании мотивированных письменных запросов от организаций и граждан информацию и документы, необходимые в ходе проведения проверки;

беспрепятственно по предъявлении служебного удостоверения и копии приказа (распоряжения) руководителя (заместителя руководителя) органа государственного пожарного надзора о назначении проверки посещать территорию и объекты защиты и проводить их обследования, а также проводить исследования, испытания, экспертизы, расследования и другие мероприятия по контролю;

выдавать организациям и гражданам предписания об устранении выявленных нарушений требований пожарной безопасности, о проведении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объектах защиты, на лесных участках, на подземных объектах, при ведении горных работ, при производстве, транспортировке, хранении, использовании и утилизации взрывчатых материалов промышленного назначения, в отношении реализуемой продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов, а также по предотвращению угрозы возникновения пожара;

вносить в органы государственной власти и органы местного самоуправления предложения об осуществлении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности;

производить дознание по делам о пожарах и по делам о нарушениях требований пожарной безопасности;

вызывать в органы государственного пожарного надзора должностных лиц организаций и граждан по находящимся в производстве органов государственного пожарного надзора делам и материалам о

пожарах, получать от указанных лиц и граждан необходимые объяснения, справки, документы и их копии;

составлять протоколы об административных правонарушениях, связанных с нарушениями требований пожарной безопасности, рассматривать дела об указанных административных правонарушениях и принимать меры по предотвращению таких нарушений.

Главный государственный инспектор Российской Федерации по пожарному надзору наряду также имеет право организовывать разработку нормативных документов по вопросам пожарной безопасности, в том числе регламентирующих порядок разработки, производства и эксплуатации пожарно-технической продукции, а также утверждать рекомендации, инструктивные и методические документы, регламентирующие вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора.

В свою очередь Положение о федеральном государственном пожарном надзоре конкретизирует права должностных лиц органов государственного пожарного надзора, так:

п. 9 определяет, что ***Государственные инспекторы городов (районов) субъектов Российской Федерации по пожарному надзору и государственные инспекторы специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы по пожарному надзору в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, имеют право:***

а) проводить проверки деятельности организаций и граждан, состояния используемых (эксплуатируемых) ими объектов защиты в части соблюдения требований пожарной безопасности;

б) беспрепятственно по предъявлении служебного удостоверения и заверенной в установленном порядке копии распоряжения руководителя (заместителя руководителя) органа государственного пожарного надзора о назначении проверки посещать территорию и объекты защиты и проводить их обследования. Проверка может проводиться только должностным лицом (должностными лицами), которое указано в распоряжении руководителя (заместителя руководителя) органа государственного пожарного надзора;

в) проводить исследования, испытания, экспертизы, расследования и другие мероприятия по контролю;

г) привлекать к проведению мероприятий по контролю экспертов, экспертные организации;

д) запрашивать и получать на основании мотивированных письменных запросов от организаций и граждан информацию и документы, необходимые в ходе проведения проверки;

е) выдавать организациям и гражданам предписания об устранении выявленных нарушений требований пожарной безопасности (кроме



реализуемой продукции), о проведении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объектах защиты и по предотвращению угрозы возникновения пожара;

ж) производить дознание по делам о пожарах и по делам о нарушениях требований пожарной безопасности;

з) составлять протоколы об административных правонарушениях, связанных с нарушениями требований пожарной безопасности, рассматривать дела об указанных административных правонарушениях и принимать меры по предотвращению таких нарушений, в том числе применять до вступления в законную силу постановления по делу об административном правонарушении временный запрет деятельности филиалов, представительств, структурных подразделений юридического лица, производственных участков, а также эксплуатации агрегатов, объектов, зданий или сооружений, осуществления отдельных видов деятельности (работ), оказания услуг, если это необходимо для предотвращения непосредственной угрозы жизни или здоровью людей в случае возникновения пожара.

п. 10 определяет, что *Главные государственные инспекторы городов (районов) субъектов Российской Федерации по пожарному надзору и их заместители, а также главные государственные инспекторы специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы по пожарному надзору и их заместители пользуются правами, указанными в п. 9 Положения, а также имеют право:*

а) назначать проведение проверок деятельности организаций и граждан, состояния используемых (эксплуатируемых) ими объектов защиты в части соблюдения требований пожарной безопасности, а также назначать проведение проверок и проводить проверки деятельности территориальных органов федеральных органов исполнительной власти и органов местного самоуправления по обеспечению пожарной безопасности;

б) выдавать организациям и гражданам предписания об устранении выявленных нарушений требований пожарной безопасности в отношении реализуемой продукции;

в) вызывать в органы государственного пожарного надзора должностных лиц организаций и граждан по находящимся в производстве органов государственного пожарного надзора делам и материалам о пожарах, получать от указанных лиц необходимые объяснения, справки, документы и их копии;

г) вносить в органы местного самоуправления предложения об установлении особого противопожарного режима на соответствующей территории;

д) вносить в органы местного самоуправления предложения об

осуществлении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации;

е) отменять (изменять) незаконные и (или) необоснованные решения, принятые нижестоящими государственными инспекторами по пожарному надзору.

п. 11 определяет, что **Государственные инспекторы субъектов Российской Федерации по пожарному надзору** пользуются правами, указанными в п. 9 и 10 Положения, а также в целях подготовки решения о согласовании или о необходимости доработки, имеют право рассматривать специальные технические условия для объектов защиты, в отношении которых отсутствуют требования пожарной безопасности, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами по пожарной безопасности, в части отражения специфики обеспечения пожарной безопасности указанных объектов и содержания комплекса необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению их пожарной безопасности.

п. 12 определяет, что **Главные государственные инспекторы субъектов Российской Федерации по пожарному надзору и их заместители** пользуются правами, указанными в п. 9 - 11 Положения, а также имеют право:

а) проводить проверки деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации по обеспечению пожарной безопасности;

б) вносить в органы государственной власти субъектов Российской Федерации предложения об установлении особого противопожарного режима на территориях данных субъектов;

в) вносить в органы государственной власти субъектов Российской Федерации предложения об осуществлении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации;

г) принимать решение о согласовании или о необходимости доработки специальных технических условий для объектов защиты, в отношении которых отсутствуют требования пожарной безопасности, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами по пожарной безопасности.

п. 13 определяет, что **Государственные инспекторы Российской Федерации по пожарному надзору** пользуются правами, указанными в п. 9 - 12 Положения, а также имеют право назначать проведение проверок и проводить проверки деятельности федеральных органов исполнительной власти и назначать проведение проверок деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации по обеспечению пожарной безопасности.

п. 14 определяет, что **заместители главного государственного**

*инспектора Российской Федерации по пожарному надзору* пользуются правами, указанными в п. 9 - 13 Положения.

п. 15 определяет, что *Главный государственный инспектор Российской Федерации по пожарному надзору наряду* с правами, указанными в п. 9 - 13 Положения, имеет также право:

а) организовывать разработку нормативных документов по пожарной безопасности, в том числе документов, регламентирующих порядок разработки, производства и эксплуатации пожарно-технической продукции;

б) утверждать рекомендации, инструктивные и методические документы, регламентирующие вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора;

в) согласовывать положения о ведомственной пожарной охране, содержащие порядок осуществления ведомственного пожарного надзора на объектах защиты, подведомственных Министерству внутренних дел Российской Федерации, Министерству обороны Российской Федерации, Федеральной службе безопасности Российской Федерации, Федеральной службе охраны Российской Федерации, Главному управлению специальных программ Президента Российской Федерации и Службе внешней разведки Российской Федерации.

В п. 17 Положения определены следующие *обязанности должностных лиц органов государственного пожарного надзора*:

а) своевременно и в полной мере исполнять предоставленные в соответствии с законодательством Российской Федерации полномочия по предупреждению, выявлению и пресечению нарушений требований пожарной безопасности;

б) соблюдать законодательство Российской Федерации, права и законные интересы организаций и граждан;

в) проводить проверку на основании распоряжения руководителя (заместителя руководителя) органа государственного пожарного надзора о ее проведении в соответствии с ее назначением в установленном законодательством Российской Федерации порядке;

г) проводить проверку только во время исполнения служебных обязанностей при предъявлении служебных удостоверений, копии распоряжения руководителя (заместителя руководителя) органа государственного пожарного надзора, а в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, и копии документа о согласовании проведения проверки;

д) не препятствовать руководителю, иному должностному лицу или уполномоченному представителю организации, гражданину, его уполномоченному представителю присутствовать при проведении проверки и давать разъяснения по вопросам, относящимся к предмету проверки;

е) в установленном порядке предоставлять руководителю, иному должностному лицу или уполномоченному представителю организации, гражданину, его уполномоченному представителю, присутствующим при проведении проверки, информацию и документы, относящиеся к предмету проверки;

ж) в установленном порядке знакомить руководителя, иное должностное лицо или уполномоченного представителя организации, гражданина, его уполномоченного представителя с результатами проверки;

з) учитывать при определении мер, принимаемых по фактам выявленных нарушений требований пожарной безопасности, соответствие указанных мер тяжести данных нарушений, их потенциальной опасности для жизни, здоровья людей, окружающей среды и имущества, а также не допускать необоснованное ограничение прав и законных интересов организаций и граждан;

и) доказывать обоснованность своих действий при их обжаловании организациями и гражданами;

к) соблюдать сроки проведения проверки, установленные законодательством Российской Федерации;

л) не требовать от организаций и граждан документы и сведения, представление которых не предусмотрено законодательством Российской Федерации;

м) перед началом проведения проверки по просьбе руководителя, иного должностного лица или уполномоченного представителя организации, гражданина, его уполномоченного представителя ознакомить их с положениями административного регламента, в соответствии с которым проводится проверка;

н) осуществлять запись о проведенной проверке в журнале учета проверок.

Административный регламент МЧС России исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности (утв. приказом МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375) определяет следующие права и обязанности должностных лиц органов ГПН при осуществлении государственного надзора в области пожарной безопасности:

**Должностные лица органов ГПН, при исполнении государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности, имеют право (п. 8 Административного регламента):**

запрашивать и получать на основании мотивированных письменных запросов от органов власти, организаций и граждан информацию и документы, необходимые при проведении проверки;

беспрепятственно при предъявлении служебного удостоверения и копии распоряжения руководителя (заместителя руководителя) органа

ГПН о назначении проверки посещать территорию и объекты защиты и проводить их обследования, а также проводить исследования, испытания, экспертизы, расследования и другие мероприятия по контролю;

выдавать организациям и гражданам предписания об устранении выявленных нарушений требований пожарной безопасности, о проведении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объектах защиты и по предотвращению угрозы возникновения пожара, предписания в отношении реализуемой продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов;

вносить в органы власти предложения об осуществлении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности;

вызывать в органы ГПН должностных лиц органов власти, организаций и граждан по находящимся в производстве органов ГПН делам, получать от указанных лиц и граждан необходимые объяснения, справки, документы и их копии;

составлять протоколы об административных правонарушениях, связанных с нарушениями требований пожарной безопасности, рассматривать дела об указанных административных правонарушениях и принимать меры по предотвращению таких нарушений.

**Должностные лица органов ГПН при исполнении государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности обязаны (п. 9 Административного регламента):**

своевременно и в полной мере исполнять предоставленные в соответствии с законодательством Российской Федерации полномочия по предупреждению, выявлению и пресечению нарушений требований пожарной безопасности;

соблюдать требования законодательства Российской Федерации, права и законные интересы органов власти, организаций и граждан;

проводить проверку на основании распоряжения руководителя (заместителя руководителя) органа ГПН о ее проведении в установленном законодательством Российской Федерации порядке;

проводить проверку только во время исполнения служебных обязанностей при предъявлении служебного удостоверения и копии распоряжения руководителя (заместителя руководителя) органа ГПН, а в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, и копии документа о согласовании проведения проверки;

не препятствовать лицам, указанным в абзацах втором – четвертом п.п. 2 п. 6 Административного регламента, либо их уполномоченным представителям (далее – уполномоченное должностное лицо органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка) присутствовать при проведении проверки и давать пояснения по вопросам, относящимся к предмету проверки;

в установленном порядке предоставлять уполномоченному

должностному лицу органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, присутствующему при проведении проверки, информацию и документы, относящиеся к предмету проверки;

в установленном порядке знакомить уполномоченное должностное лицо органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, с результатами проверки;

учитывать при определении мер, принимаемых по фактам выявленных нарушений требований пожарной безопасности, соответствие указанных мер тяжести данных нарушений, их потенциальной опасности для жизни, здоровья людей, окружающей среды и имущества, а также не допускать необоснованное ограничение прав и законных интересов органов власти, организаций и граждан;

доказывать обоснованность своих действий при их обжаловании органами власти, организациями и гражданами;

соблюдать сроки проведения проверки, установленные законодательством Российской Федерации;

не требовать от органов власти, организаций и граждан документы и сведения, представление которых не предусмотрено законодательством Российской Федерации;

перед началом проведения проверки по просьбе уполномоченного должностного лица органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, ознакомить их с положениями Административного регламента;

осуществлять запись о проведенной проверке в журнале учета проверок.

Перечень данных обязанностей является исчерпывающим. Субъекты государственного пожарного надзора за ненадлежащее исполнение своих обязанностей несут ответственность в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

### **Вопрос № 3. Квалификационные требования для должностных лиц органов государственного пожарного надзора**

Приказом МЧС России от 16 января 2003 г. № 20 «Об аттестации сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России, выполняющих функции по осуществлению государственного пожарного надзора» (в ред. Приказа МЧС России от 22.06.2010 № 289) утверждены квалификационные требования для сотрудников Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, выполняющих функции по осуществлению федерального государственного пожарного надзора (далее – квалификационные требования).

Квалификационные требования, распространяются на должностных лиц органов управления и подразделений ГПС МЧС России, которые наделены правами по осуществлению федерального государственного пожарного надзора. Квалификационные требования, являются неотъемлемой частью системы аттестации личного состава ГПС МЧС России. Они служат основой для разработки должностных инструкций, содержащих конкретный перечень обязанностей сотрудников с учетом особенностей организации федерального государственного пожарного надзора (далее – ФГПН) на обслуживаемой территории (объекте).

**Квалификационные требования состоят из трех разделов.**

В разделе «Должен уметь» установлены основные положения, которые позволяют обеспечить оптимальную специализацию сотрудников.

В разделе «Должен знать» отражены основные требования, предъявляемые к сотруднику в отношении специальных знаний, а также знаний законодательных и нормативных правовых актов, инструкций и иных документов, содержащих требования пожарной безопасности.

В разделе «Требования к квалификации» приведены положения, позволяющие определить уровень профессиональной подготовки сотрудника, необходимой для выполнения предусмотренных должностных обязанностей, и требования к стажу работы.

Необходимо отметить, что сотрудники, профиль образования и стаж работы которых не соответствует установленным требованиям, но обладающие достаточным практическим опытом и выполняющие качественно и в полном объеме возложенные на них должностные обязанности, в порядке исключения, могут быть допущены к самостоятельной работе по соответствующим должностям.

***Сотрудник ГПС МЧС России, по должности являющихся государственными инспекторами городов (районов), государственными инспекторами специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы и субъекта Российской Федерации по пожарному надзору:***

**Должен уметь:**

анализировать состояние пожарной безопасности на обслуживаемой территории (объекте);

планировать и организовывать мероприятия по проведению контроля;

проводить плановые и внеплановые мероприятия по контролю;

оформлять результаты мероприятий по контролю;

исполнять предоставленные законодательством Российской Федерации полномочия по пресечению нарушений требований пожарной безопасности;

оформлять и вести служебную документацию в объеме своей компетенции;

анализировать проводимую работу по направлениям деятельности;  
осуществлять в пределах своей компетенции взаимодействие с другими надзорными органами, ведомственной и добровольной пожарной охраной, объединениями пожарной охраны;

проводить проверки по делам о пожарах и нарушениях требований пожарной безопасности;

выполнять другие обязанности, установленные законодательством Российской Федерации и должностными инструкциями, а также распоряжения вышестоящих государственных инспекторов по пожарному надзору, отдаваемые в пределах установленных полномочий;

использовать в практической деятельности современные информационные технологии, владеть навыками работы на персональной электронной вычислительной технике.

**Должен знать:**

современные формы и методы работы по осуществлению ФГПН;

методы обработки материалов;

противопожарное состояние и пожарную опасность объектов на обслуживаемой территории;

обязательные требования нормативных документов по пожарной безопасности в объеме, необходимом для осуществления ФГПН на обслуживаемой территории (объекте);

порядок и ограничения при проведении мероприятий по контролю за выполнением юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем или гражданином обязательных требований;

полномочия и обязанности при проведении мероприятий по контролю;

положения законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и нормативных документов, регламентирующих организацию и осуществление ФГПН, правоприменительную деятельность по пресечению нарушений требований пожарной безопасности, производство дознания по делам о пожарах и по делам о нарушениях требований пожарной безопасности;

делопроизводство в части учета, прохождения, хранения, подготовки, оформления и отправки документов, осуществления контроля за их исполнением.

**Требования к квалификации:**

высшее, среднее профессиональное образование пожарно-технического профиля;

высшее, среднее профессиональное образование при прохождении в установленном порядке специального первоначального обучения в системе Государственной противопожарной службы.

*Сотрудник ГПС МЧС России, по должности являющихся главными (заместителями главных) государственными инспекторами*



*городов (районов) по пожарному надзору, главными (заместителями главных) государственными инспекторами специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы по пожарному надзору:*

**Должен уметь:**

организовывать и вести контроль за организацией и осуществлением ФГПН на территории города (района), включая планирование и анализ результатов деятельности государственных инспекторов города (района) по пожарному надзору;

разрабатывать и утверждать должностные обязанности государственных инспекторов города (района) по пожарному надзору с учетом их специализации по направлениям осуществления ФГПН;

организовывать и осуществлять правоприменительную деятельность по пресечению нарушений требований пожарной безопасности;

оформлять и вести служебную документацию в пределах своей компетенции;

выполнять другие обязанности, установленные законодательством Российской Федерации и должностными инструкциями, а также распоряжения вышестоящих государственных инспекторов, отдаваемые в пределах установленных полномочий;

использовать в практической деятельности современные информационные технологии, владеть навыками работы на персональной электронной вычислительной технике.

**Должен знать:**

законы и иные нормативные правовые акты, определяющие направления развития ФГПН;

положения законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и нормативных документов, регламентирующих организацию и осуществление ФГПН, правоприменительную деятельность по пресечению нарушений требований пожарной безопасности, производство дознания по делам о пожарах и по делам о нарушениях требований пожарной безопасности.

**Требования к квалификации:**

высшее, среднее профессиональное образование пожарно-технического профиля;

высшее профессиональное образование при прохождении в установленном порядке специального первоначального обучения в системе Государственной противопожарной службы;

стаж работы в Государственной противопожарной службе не менее 3 лет.

*Сотрудник ГПС МЧС России, по должности являющихся главными (заместителями главного) государственными инспекторами субъекта Российской Федерации по пожарному надзору:*

**Должен уметь:**

осуществлять общее руководство по обеспечению деятельности ФГПН на территории субъекта Российской Федерации, выполнения требований установленных законами и иными нормативными правовыми актами;

организовывать и контролировать проведение ФГПН на обслуживаемой территории;

организовывать работу по созданию и эффективному взаимодействию структурных подразделений по направлениям деятельности ФГПН;

использовать в практической деятельности передовые формы и методы работы в области осуществления ФГПН;

организовывать деятельность ФГПН на основе применения методов обоснованного планирования;

обеспечивать подбор, подготовку и поддержание квалификации сотрудников;

обеспечивать внедрение системы организационных мероприятий по осуществлению деятельности ФГПН;

организовывать и осуществлять правоприменительную деятельность по пресечению нарушений требований пожарной безопасности;

организовывать разработку и утверждение должностных инструкций;

обеспечивать и контролировать выполнение сотрудниками законодательства и иных правовых актов, регламентирующих деятельность ФГПН;

обеспечивать регулярный анализ деятельности по осуществлению ФГПН;

обеспечивать ФГПН за соблюдением требований пожарной безопасности в органах местного самоуправления, предприятиями и иными юридическими лицами, а также должностными лицами и гражданами;

организовывать работу по проведению дознания по делам о пожарах и по делам о нарушениях требований пожарной безопасности;

организовывать и проводить работу по рассмотрению жалоб и обращений граждан и организаций по вопросам, связанным с осуществлением ФГПН;

использовать в практической деятельности современные информационные технологии, владеть навыками работы на персональной электронной вычислительной технике.

**Должен знать:**

законы и иные нормативные правовые акты в области государственного пожарного надзора и правоприменительной деятельности по пресечению нарушений требований пожарной

безопасности, производство дознания по делам о пожарах и по делам о нарушениях требований пожарной безопасности;

организационно-распорядительные и нормативные документы, регламентирующие осуществление ФГПН;

перспективы развития ФГПН;

требования, предъявляемые к сотрудникам, осуществляющим ФГПН;

нормативные документы по пожарной безопасности в объеме предоставленных полномочий, необходимых для осуществления ФГПН.

**Требования к квалификации:**

высшее профессиональное образование пожарно-технического профиля, стаж работы в Государственной противопожарной службе не менее 3 лет;

высшее профессиональное образование, стаж работы в Государственной противопожарной службе не менее 5 лет.

*Сотрудник ГПС МЧС России, по должности являющихся государственными инспекторами Российской Федерации по пожарному надзору:*

**Должен уметь:**

организовать и руководить работой должностных лиц органов управления и подразделений Государственной противопожарной службы по осуществлению ФГПН;

обеспечивать ФГПН за соблюдением требований пожарной безопасности в федеральных органах исполнительной власти, органах исполнительной власти субъектов Российской Федерации, организациями, юридическими лицами и гражданами;

использовать в практической деятельности передовые формы и методы работы в области осуществления ФГПН;

рассматривать проекты стандартов, норм, правил, других нормативных документов, содержащих требования пожарной безопасности, или в которых эти требования должны быть установлены;

осуществлять правоприменительную деятельность по пресечению нарушений требований пожарной безопасности;

организовывать и проводить работу по рассмотрению жалоб и обращений граждан и организаций по вопросам, связанным с осуществлением ФГПН;

использовать в практической деятельности современные информационные технологии, владеть навыками работы на персональной электронной вычислительной технике.

**Должен знать:**

законодательство Российской Федерации, общепризнанные принципы и нормы международного права и международных договоров Российской Федерации, в части предупреждения пожаров;

организационную структуру, полномочия, функции и порядок деятельности органов управления и подразделений ГПС МЧС России при осуществлении ФГПН в Российской Федерации;

нормативные документы по пожарной безопасности в объеме предоставленных полномочий, необходимых для осуществления ФГПН.

**Требования к квалификации:**

высшее профессиональное образование пожарно-технического профиля, стаж работы в Государственной противопожарной службе не менее 3 лет;

высшее профессиональное образование, стаж работы в Государственной противопожарной службе не менее 5 лет.

**Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре».
3. Приказ МЧС России от 29 декабря 2006 г. № 804 «О Концепции создания единой системы государственных надзоров в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций».
4. Приказ МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности».
5. Приказ МЧС России от 16 января 2003 г. № 20 «Об аттестации сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России, выполняющих функции по осуществлению государственного пожарного надзора».

## **Тема 2. Исполнение государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности**

### **Лекция 1. Организация планирования деятельности органов и должностных лиц органов государственного пожарного надзора**

*Вопросы лекции:*

1. Основные требования, предъявляемые к планированию, содержанию и структуре плана.
2. Организация планирования в органах государственного пожарного надзора. Виды планирующих документов.

#### **Вопрос № 1. Основные требования, предъявляемые к планированию, содержанию и структуре плана**

В условиях централизованной плановой системы вся деятельность органов государственного пожарного надзора полностью подчиняется заблаговременно подготовленным и утвержденным планам.

**План** (от лат. *Planum* – плоскость) – заранее намеченный порядок, последовательность осуществления какой-либо программы, выполнения работы, проведения мероприятий.

**План** – это документ, охватывающий все виды деятельности подразделения за установленный период, после завершения которого начинает действовать план следующего периода.

**План** – это документ, устанавливающий перечень намеченных к выполнению мероприятий, их последовательность, объем (в той или иной форме), сроки, ответственных исполнителей, выделенные им ресурсы.

**Планы** различают по назначению, содержанию и периодам действия.

**По назначению выделяются планы:**

определяющие стратегию развития организации;  
разрабатывающие тактику деятельности организации на конкретный период.

**По содержанию планы отражают:**

основные направления развития подразделения;  
отдельные проблемы;  
детальную программу деятельности.

**По периодам действия** планы могут быть:

долгосрочные, среднесрочные, краткосрочные.

Краткосрочные планы перекрываются долгосрочными.

**Планирование** – это процесс определения целей и выбора способов их достижения.

**Общими принципами планирования являются:** непрерывность, научность, приоритетность, взаимная увязка и координация.

*Непрерывность* означает, что планирование должно охватывать все этапы работы и распространяться как на длительную перспективу, так и на более короткие сроки. Бессистемность на каком-либо одном этапе, способна разрушить даже хорошо продуманный план, и устранение ее последствий зачастую требует немалых усилий.

*Научность* означает, что планирование должно осуществляться на научной основе, т.е. опираться на достоверную информацию, выполняться научно-обоснованными методами. В современном планировании для этого широко применяются математические модели, компьютерная техника. При этом в области обеспечения пожарной безопасности территорий должны использоваться результаты прогнозов, мониторинга, положений целевых программ.

*Приоритетность* означает необходимость правильного выбора ведущих (приоритетных) звеньев, от реализации которых зависит общий успех дела.

*Взаимная увязка и координация* означает необходимость охвата всех структурных подразделений с целью обеспечения сбалансированности совместной работы.

*Планирование* – это не однократное событие, это циклический процесс.

*Алгоритм этого процесса в общем виде представляет собой три этапа.*

1. Определение текущей ситуации и ее анализ. Подразделение «изучает место дислокации», т.е. свое положение на местности. Задача этапа – определить сильные и слабые стороны работы подразделения.

2. Выбор целей. Подразделение «обнаруживает цели». Задача этапа – исследуя возможности и угрозы внешней среды – «определить задачу».

3. Определение способов достижения цели. Задача этапа – определить «стратегические» направления деятельности.

**Планирование** включает принятие **плановых** решений уполномоченными на то органами или лицами.

Необходимость в постоянном планировании объясняется регулярным изменением внешней среды. Это означает, что еще в процессе реализации плана необходимо корректировать его, уточнять цели и задачи. А после окончательной реализации плана выявлять причины отклонения от заданных целей и опять корректировать его.

**В зависимости от содержания, целей и задач выделяют формы планирования, которые можно классифицировать по следующим критериям:**

*по степени охвата* – *общее планирование* (планирование, охватывающее все относящиеся к данному вопросу области и величины) и

**частичное** (планирование, охватывающее только определенные области и величины);

**содержанию планирования – стратегическое** – приоритет высшего уровня управления (относится к поиску новых возможностей), **тактическое** – приоритет среднего уровня управления (относится к созданию предпосылок для известных возможностей) и **оперативное** – приоритет низшего уровня управления (относится к реализации данной возможности);

**предмету планирования (объектам планирования) – целевое** (относится к определению общих, стратегических и оперативных целей и ограничений), планирование средств (относится к планированию потенциалов, таких как персонал, финансы, информация), **программное** планирование (планирование программ) и планирование действий (мероприятий);

**сферам функционирования** – планирование персонала (планирование потребности в персонале, подготовки персонала) и расширенное общее планирование;

**срокам – долгосрочное** планирование (на сроки более 5 лет), **среднесрочное** (планирование на сроки от 1 до 5 лет) и **краткосрочное** (*текущее*: годовое, полугодовое, квартальное, планирование на месяц; *оперативное*: на декаду, неделю, сутки, смену, час);

Примером **долгосрочного планирования** может служить разработка пятилетних планов мероприятий по надзору, разрабатываемых в органах ГПН, **краткосрочного** – разработка личных планов-графиков работы государственных инспекторов по пожарному надзору, составляемых ими ежемесячно.

**по учету изменения данных – жесткое и гибкое** планирование (**жесткое** планирование – конкретно указываются все цели и мероприятия. Применяется все реже, т.к. в этом случае план не может приспособиться к изменению условий. **Гибкое** планирование обладает эластичностью – предусматривает использование последовательности альтернативных планов, делающей возможным развитие плана с каждым новым шагом. Учитывается возможность возникновения неоднозначных условий и пересмотра плана с их учетом);

**очередности, во времени – упорядоченное, текущее планирование** (оформляется как **последовательное** планирование – по истечении сроков планирования устанавливаются новые сроки, т.е. новый план составляется по истечении срока действия предыдущего; **скользящее планирование** – по истечении определенного запланированного срока планирование продлевается на следующий период или по истечении части срока действия предыдущего плана производится его ревизия на оставшийся период и составляется новый на период после окончания всего срока

предыдущего и т.д.) и *внеочередное, эвентуальное* планирование (например, создание, преобразование, реорганизация организации).

Существуют различные *методы планирования*.

**Планирование снизу вверх** – от планов на местах через планы подразделений к общему плану путем письменных согласований и объединений. Преобладает ярко выраженное делегирование планирования. Низшая организационная единица цепи составляет подробные планы, которые объединяются на верхней ступени, образуя в итоге общий план.

**Планирование сверху вниз** – по иерархии подразделения, исходя из общего плана подразделения, двигаясь к его структурным единицам и рабочим местам. При этом нижестоящие уровни должны преобразовывать поступающие к ним обобщенные планы в подробные частные планы.

**Встречное планирование** – объединены оба метода в процессе, текущем сверху вниз. Осуществляется предварительное планирование по главным целям и составление общих планов на уровне органа управления. На более низких уровнях происходит конкретизация этих планов. Затем включается обратный ход планирования снизу вверх. Выбираются оптимальные решения и устраняются разногласия между частными целями плана. Процесс может осуществляться многократно. Встречный способ наиболее близок к идеалу планирования.

Совокупность взаимосвязанных согласованием и зависимостями друг от друга процессов планирования образует систему планирования.

**При планировании необходимо соблюдать основные требования, предъявляемые к содержанию и структуре плана:**

планируемые мероприятия должны соответствовать, объективно складывающейся обстановке, быть реально выполнимыми и обеспечены финансовыми, материально-техническими и кадровыми ресурсами;

план на очередной период должен исходить из результатов выполнения предыдущего плана, включать в себя незавершённые или перенесенные по срокам исполнения мероприятия. В плане должны учитываться мероприятия вышестоящего подразделения;

мероприятия планов должны иметь легкую, четкую формулировку, предусматривать конкретные сроки выполнения (месяц) и ответственных исполнителей.

Важнейшими **требованиями, предъявляемыми к планам**, являются их обоснованность и реальность, преемственность, стабильность и конкретность.

**Обоснованность и реальность** плана – это учет данных анализа обстановки и конкретных задач, стоящих перед сотрудником, вытекающих из особенностей его функциональных обязанностей, а также требований приказов и указаний МЧС России. Нельзя перенасыщать план непомерно большим количеством трудоемких мероприятий. Нужен резерв и для



внеочередных заданий. А они зачастую бывают не менее ответственными и сложными.

**Преемственность** означает, что план должен исходить из результатов выполнения предыдущего плана и иных ранее принятых решений, включать в себя мероприятия, исполнение которых должно продолжаться в планируемом периоде, а также все то, что предусмотрено другими планами и программами.

**Стабильность** плана – это устойчивость намеченных мер, что в свою очередь достигается правильным определением актуальных задач, исключая необходимость разработки многочисленных планов и невыполнение уже запланированных мероприятий. Корректировка плана должна осуществляться при наличии серьезных изменений в оперативной обстановке или прямых на этот счет предписаний.

**Конкретность** плана – это прежде всего четкие и ясные формулировки с определением точных сроков. Здесь недопустимы призывы и пустословие, а равно механическое перенесение предписаний из должностных инструкций, планов, приказов и указаний министерства.

Конкретность обеспечивается контролируемостью планов, а это крайне важно, ибо сам по себе план, даже отвечающий всем требованиям, не гарантирует планомерности в работе. Для этого необходима высокая исполнительская дисциплина и персональная ответственность руководителей и всего личного состава органа ГПН, четко наладить контроль и проверку фактического исполнения предусмотренных планом мероприятий.

## **Вопрос № 2. Организация планирования в органах государственного пожарного надзора. Виды планирующих документов**

Планирование проверок в органах государственного пожарного надзора, согласно п. 25 Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности (далее – Административный регламент), утв. приказом МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 является административной процедурой исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности.

**Планирование проверок в органах ГПН осуществляется в порядке, установленном Административным регламентом на основе анализа обстановки с пожарами, противопожарного состояния населенных пунктов, объектов защиты, с учетом решений вышестоящих должностных лиц органов ГПН, сезонных и местных условий, сроков исполнения ранее выданных предписаний об устранении нарушений, сведений о проведении**

независимой оценки пожарного риска на объектах защиты, выполненной аккредитованной в установленном порядке организацией, с выводом о выполнении условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности (далее – НОР), сведений из реестра уведомлений о начале деятельности, а также официальных документов, полученных по результатам письменных запросов органов ГПН в соответствующие уполномоченные органы государственной власти и органы местного самоуправления о (об):

правообладателях объектов защиты;  
отнесении правообладателей объектов защиты к субъектам малого (малое предприятие или микропредприятие) или среднего предпринимательства;  
вводе объектов защиты в эксплуатацию;  
государственной регистрации юридических лиц и индивидуальных предпринимателей;  
государственной регистрации прав на недвижимое имущество.

***Деятельность должностных лиц органов ГПН осуществляется в соответствии с:***

**пятилетними планами проведения проверок органов власти, органов местного самоуправления** разрабатываемыми в органах ГПН региональных центров МЧС России, органах ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, территориальных отделах (отделениях, инспекциях) органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, в органах ГПН специальных и воинских подразделений, с учетом административно-территориального деления (далее – пятилетний план);

**ежегодными планами проведения проверок объектов защиты, правообладателями которых являются юридические лица и индивидуальные предприниматели** (далее – ежегодный план);

**ежегодными планами проведения проверок объектов защиты физических лиц – правообладателей**, за исключением объектов защиты – жилых помещений (далее – ежегодный план проверок физических лиц - правообладателей соответственно);

**планами-графиками государственного инспектора по пожарному надзору**, осуществляющего государственную функцию, составляемыми ежемесячно с учетом должностных обязанностей должностных лиц органов ГПН.

Указанные планы хранятся в течение трех лет.

**Пятилетний план**, разрабатывается не позднее 15 августа перед началом первого календарного года в пятилетнем плане и утверждается начальником органа ГПН до 20 августа года, предшествующего началу первого календарного года в пятилетнем плане.

**Основанием для включения плановой проверки органа власти в**

**пятилетний план** является истечение пяти лет со дня окончания проведения последней плановой проверки органа власти.

**Ежегодный план проверок физических лиц – правообладателей** разрабатывается не позднее **15 августа** года, предшествующего году проведения плановых проверок, и утверждается начальником органа ГПН до **20 августа** года, предшествующего году проведения плановых проверок.

**Основанием для включения плановой проверки объекта защиты в ежегодный план проверок физических лиц – правообладателей является истечение трех лет со дня:**

ввода объекта защиты в эксплуатацию или изменения его класса функциональной пожарной опасности;

окончания проведения последней плановой проверки.

**Ежегодный план** разрабатывается не позднее **20 августа** года, предшествующего году проведения плановых проверок, и утверждается начальником органа ГПН до **20 октября** года, предшествующего году проведения плановых проверок (абз. 1 п. 30 Административного регламента).

**Основанием для включения плановой проверки объекта защиты в ежегодный план является истечение:**

**1) трех лет со дня:**

ввода объекта защиты в эксплуатацию или изменения его класса функциональной пожарной опасности;

окончания проведения последней плановой проверки;

**2) одного года и более со дня** окончания проведения последней плановой проверки объекта защиты, используемого (эксплуатируемого) организацией, осуществляющей отдельные виды деятельности, перечень которых устанавливается Правительством Российской Федерации.

**В ежегодный план** включаются сведения, перечень которых устанавливается Правительством Российской Федерации. В ежегодном плане дополнительно указываются наименование и место нахождения объекта защиты, в отношении которого соответственно планируется проведение проверки, наименование его правообладателя (правообладателей).

**В срок до 1 сентября** года, предшествующего году проведения плановых проверок, проект ежегодного плана на бумажном носителе с приложением копии в электронном виде направляется органом ГПН в соответствующий орган прокуратуры заказным почтовым отправлением с уведомлением о вручении или в форме электронного документа, подписанного электронной подписью (при наличии таковой).

Проекты ежегодных планов проведения плановых проверок, в соответствии с требованиями п. 6 ст. 9 Федерального закона Российской Федерации от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических

лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» (далее – Федерального закона № 294-ФЗ) органы ГПН направляют в порядке, установленном Правительством Российской Федерации, в органы прокуратуры для формирования Генеральной прокуратурой Российской Федерации ежегодного сводного плана проведения плановых проверок с учетом положений Федерального закона «О прокуратуре Российской Федерации». Форма и содержание ежегодного сводного плана проведения плановых проверок установлена Правилами подготовки органами государственного контроля (надзора) и органами муниципального контроля ежегодных планов проведения плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июня 2010 г. № 489).

Органы ГПН рассматривают поступившие предложения органов прокуратуры по проектам ежегодных планов и по итогам их рассмотрения направляют в органы прокуратуры в срок **до 1 ноября** года, предшествующего году проведения плановых проверок, утвержденные ежегодные планы. Органы ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации направляют в органы ГПН региональных центров МЧС России в срок **до 20 октября** года, предшествующего году проведения плановых проверок, утвержденные ежегодные планы. Органы ГПН региональных центров МЧС России обобщают утвержденные ежегодные планы, поступившие из органов ГПН соответствующих субъектов Российской Федерации, и направляют их в установленном порядке в ДНД МЧС России в срок **до 1 ноября** года, предшествующего году проведения плановых проверок. Органы ГПН специальных и воинских подразделений направляют утвержденные ежегодные планы в установленном порядке в ДНД МЧС России в срок **до 1 ноября** года, предшествующего году проведения плановых проверок. ДНД МЧС России **до 31 декабря** года, предшествующего году проведения плановых проверок, составляет ежегодный план, включающий сведения утвержденных ежегодных планов, представленных территориальными органами ГПН и органами ГПН специальных и воинских подразделений. Ежегодный план размещается на официальном сайте МЧС России в сети Интернет, за исключением информации, свободное распространение которой запрещено или ограничено в соответствии с законодательством Российской Федерации, в том числе планов проверок в отношении объектов защиты, отнесенных к перечню критически важных для национальной безопасности страны.

**Ежегодные планы проведения проверок органов местного самоуправления** разрабатывается **не позднее 20 августа** года, предшествующего году проведения плановых проверок, рассматриваются и согласовываются на заседаниях комиссий по предупреждению и

ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации (КЧС ПБ) и утверждается начальником органа ГПН **до 20 октября** года, предшествующего году проведения плановых проверок.

Ежегодные планы проверок органов власти, органов местного самоуправления разрабатываются на основании пятилетнего плана по форме, установленной приложением № 5 к Административному регламенту МЧС России исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности (утв. приказом МЧС России от 28.06.2012 № 375).

Указанные планы доводятся до заинтересованных муниципальных образований, а также публикуются на официальных интернет-сайтах главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации.

В целях исключения дублирования проверок, пятилетний и ежегодный планы проведения проверок органов власти, органов местного самоуправления формируются в форме сводных планов, содержащих сведения о проверках, запланированных территориальными органами ГПН.

Пятилетний план, ежегодный план, ежегодный план проверок физических лиц – правообладателей каждого органа ГПН, утвержденный его начальником, **до 31 декабря** года, предшествующего году проведения плановых проверок, публикуется региональным центром МЧС России, главным управлением МЧС России по субъекту Российской Федерации, органом ГПН специальных и воинских подразделений на их официальных сайтах в сети Интернет (при наличии таковых), а также размещается на информационных стендах в помещениях органов ГПН, непосредственно участвующих в осуществлении государственной функции. Ответственными за публикацию планов проведения проверок на предстоящий год являются органы ГПН региональных центров МЧС России, органы ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, органы ГПН специальных и воинских подразделений.

В свою очередь Генеральная прокуратура Российской Федерации размещает ежегодный сводный план проведения плановых проверок на официальном сайте Генеральной прокуратуры Российской Федерации в сети «Интернет» в срок **до 31 декабря** текущего календарного года (п. 7 ст. 9 Федерального закона № 294-ФЗ).

**Не подлежат опубликованию планы проверок в отношении особо важных и режимных организаций.**

**В случае поступления до утверждения ежегодного плана в орган ГПН, непосредственно осуществляющий государственную функцию на объекте защиты, заключения НОР, плановые проверки в отношении таких объектов защиты планируются:**

по истечении одного года и более со дня поступления в орган ГПН заключения НОР для объектов защиты, используемых (эксплуатируемых) организациями, осуществляющими отдельные виды деятельности;

по истечении трех лет со дня поступления в орган ГПН заключения НОР для иных объектов защиты.

Необходимо отметить, что **орган ГПН не вправе оценивать полноту и достоверность заключения НОР на объекте защиты.**

Должностные лица органов ГПН ежемесячно составляют **планы-графики** государственного инспектора по пожарному надзору, осуществляющего государственную функцию, утверждаемые их непосредственными начальниками.

**В пятилетний план и ежегодный план** проверок физических лиц – правообладателей могут вноситься изменения на основании решения Правительства Российской Федерации, а также в связи с постановкой на учет новых объектов защиты, ликвидацией объектов защиты, результатами анализа обстановки с пожарами, изменением уровня противопожарного состояния населенных пунктов, объектов защиты.

**В ежегодный план** могут вноситься изменения в порядке, определенном Правительством Российской Федерации. Изменения, вносимые в ежегодный план, направляются начальником органа ГПН в органы прокуратуры с указанием оснований внесения изменений. Согласованные изменения утверждаются начальником органа ГПН и публикуются в порядке, установленном п. 28 Административного регламента, а также размещаются на информационных стендах в помещениях органов ГПН **в течение пяти рабочих дней** с момента получения материалов из органов прокуратуры.

Изменения в **планы-графики** государственного инспектора по пожарному надзору, осуществляющего государственную функцию, составляемые ежемесячно с учетом должностных обязанностей должностных лиц органов ГПН, вносятся после внесения изменений в пятилетний план, ежегодный план, ежегодный план проверок физических лиц – правообладателей.

Объекты защиты и органы власти для осуществления государственной функции закрепляются за должностными лицами органов ГПН по территориальному или ведомственному признаку ежегодным распоряжением начальника органа ГПН, которое издается не позднее 30 декабря года, предшествующего году проведения плановых проверок.

Критически важные для национальной безопасности страны, другие особо важные пожароопасные объекты, особо ценные объекты культурного наследия народов Российской Федерации, перечень которых утверждается Правительством Российской Федерации, для осуществления государственной функции закрепляются за начальниками органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации и

их заместителями, начальниками органов ГПН специальных и воинских подразделений и их заместителями. В исключительных случаях данные объекты могут закрепляться за наиболее подготовленными должностными лицами указанных органов ГПН.

В ежегодное распоряжение о закреплении объектов защиты могут вноситься изменения, необходимость которых определяется изменением территории, обслуживаемой органом ГПН, кадровыми перестановками, ликвидацией объектов защиты.

**Ежегодное распоряжение о закреплении объектов защиты за истекший год хранится в течение трех лет.**

При планировании количества проверок, проводимых должностными лицами органов ГПН, в плане-графике государственного инспектора по пожарному надзору, осуществляющего государственную функцию, составляемом ежемесячно, учитываются следующие стадии осуществления государственной функции: подготовка (ознакомление с документами по объекту надзора, в том числе с документами предыдущих проверок) и проведение проверки, оформление результатов проверки, производство по делу об административном правонарушении, участие в судебных заседаниях по рассмотрению дел об административных правонарушениях и жалоб на решения должностных лиц органов ГПН, прием граждан, связанный с проведением проверок, участие в проверках в отношении объектов защиты, осуществляемых непосредственно органами прокуратуры в рамках прокурорского надзора, участие в проведении предварительного расследования по фактам пожаров.

#### **Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон Российской Федерации от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 июня 2010 г. № 489 «Об утверждении Правил подготовки органами государственного контроля (надзора) и органами муниципального контроля ежегодных планов проведения плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей».
5. Приказ МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным

ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности».

6. Письмо УРЦ МЧС России от 19 февраля 2013 г. № 1924-5-4-3 «О порядке планирования и проведения проверок ОМС».
7. Новый энциклопедический словарь. – М.: Большая Российская энциклопедия: РИПОЛ классик, 2006. – 1456 с.: ил.



## **Лекция 2. Организация и проведение проверок выполнения требований пожарной безопасности**

*Вопросы лекции:*

1. Виды и порядок проведения проверок выполнения требований пожарной безопасности.
2. Проведение плановых проверок выполнения требований пожарной безопасности.
3. Проведение внеплановых проверок выполнения требований пожарной безопасности.
4. Распоряжение органа государственного пожарного надзора о проведении проверки.

### **Вопрос № 1. Виды и порядок проведения проверок выполнения требований пожарной безопасности**

Порядок исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности определяет Административный регламент Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности, утв. приказом МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 (далее – Административный регламент).

Исполнение государственной функции включает в себя следующие **административные процедуры** (п. 25 Административного регламента):

- ведение учета объектов защиты, органов власти и планирование проверок в органах ГПН;
- проведение проверок;
- оформление результатов проверок и принятие мер по их результатам;
- регистрация и учет проверок;
- рассмотрение письменных заявлений организаций и граждан, являющихся соискателями лицензий либо лицензиатами в случаях, предусмотренных федеральными законами и нормативными правовыми актами Правительства Российской Федерации, о выдаче заключений о соответствии объекта защиты требованиям пожарной безопасности;
- рассмотрение межведомственных запросов из федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации предоставляющих государственные услуги;
- проведение консультаций по исполнению государственной функции и вопросам, входящим в компетенцию органов ГПН.

Организация и проведение проверок, а также принятие мер по результатам проведения проверок в отношении лиц, указанных в п. 6 Административного регламента (руководители органов власти; собственники имущества; лица, уполномоченные владеть, пользоваться или распоряжаться имуществом, в том числе руководители организаций; лица, в установленном порядке назначенные ответственными за обеспечение пожарной безопасности; должностные лица в пределах их компетенции; граждане), осуществляется в соответствии с принципами законности и презумпции их добросовестности.

Согласно Федерального закона Российской Федерации от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» проверки подразделяются на:

плановые (ст. 9), внеплановые (ст. 10), документарные (ст. 11) и выездные (ст. 12).

Проверки выполнения требований пожарной безопасности подразделяются на **плановые и внеплановые**, проводимые только в **форме выездной проверки**.

В соответствии с законом срок проведения проверок не может превышать **двадцать рабочих дней**.

В отношении одного субъекта малого предпринимательства общий срок проведения плановой выездной проверки **не может превышать пятьдесят часов для малого предприятия и пятнадцать часов для микропредприятия в год**.

Под **субъектами малого предпринимательства** в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» (ст. 3) понимаются хозяйствующие субъекты (юридические лица и индивидуальные предприниматели), отнесенные в соответствии с условиями, установленными настоящим Федеральным законом, к малым предприятиям, в том числе к микропредприятиям, и средним предприятиям.

К субъектам малого предпринимательства относятся внесенные в единый государственный реестр юридических лиц потребительские кооперативы и коммерческие организации (за исключением государственных и муниципальных унитарных предприятий), а также физические лица, внесенные в единый государственный реестр индивидуальных предпринимателей и осуществляющие предпринимательскую деятельность без образования юридического лица – индивидуальные предприниматели, крестьянские (фермерские) хозяйства (ст. 4 Федерального закона Российской Федерации от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ).

В исключительных случаях, связанных с необходимостью проведения сложных и (или) длительных исследований, испытаний, специальных экспертиз и расследований на основании мотивированных предложений должностных лиц органа государственного контроля (надзора), органа муниципального контроля, проводящих выездную плановую проверку, срок проведения выездной плановой проверки может быть продлен руководителем такого органа, но *не более чем на двадцать рабочих дней*, в отношении малых предприятий, микропредприятий *не более чем на пятнадцать часов*.

## **Вопрос № 2. Проведение плановых проверок выполнения требований пожарной безопасности**

**Юридическим фактом, являющимся основанием для начала проведения плановой проверки**, является наступление периода времени календарного года, в течение которого соответствующему органу ГПН надлежит провести запланированную в установленном порядке проверку объекта защиты, органа власти (п. 40 Административного регламента).

**Плановые проверки** проводятся *не чаще чем один раз в три года* (ст. 9 Федерального закона Российской Федерации от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»).

Согласно перечня видов деятельности в сфере здравоохранения, сфере образования и социальной сфере, осуществляемых юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, в отношении которых плановые проверки проводятся с установленной периодичностью, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 944, органы ГПН осуществляют плановые проверки со следующей периодичностью:

**не чаще 1 раза в 2 года** – для организаций, осуществляющих оказание амбулаторно-поликлинической медицинской помощи, оказание стационарной и санаторно-курортной медицинской помощи;

**не чаще 1 раза в 1 год** – для организаций, осуществляющих дошкольное и начальное общее образование, основное общее и среднее (полное) общее образование, предоставление социальных услуг с обеспечением проживания;

**1 раз перед началом каникул** – деятельность детских лагерей на время каникул.

О проведении плановой проверки уполномоченные должностные лица органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка уведомляются органом ГПН о проведении проверки *не менее чем за три рабочих дня до ее начала* посредством направления копии

распоряжения о проведении плановой проверки заказным почтовым отправлением с уведомлением о вручении или иным доступным способом.

Плановая проверка проводится по месту нахождения объекта защиты, органа власти.

**При осуществлении плановой проверки проверяется соблюдение требований пожарной безопасности, в том числе (п. 43 Административного регламента):**

1) выполнение условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности.

В случае проведения расчета по оценке пожарного риска на объект защиты проверяется соответствие исходных данных, применяемых в расчете, фактическим данным, полученным в ходе его обследования, и соответствие требованиям, установленным Правилами проведения расчетов по оценке пожарного риска на объект защиты, утвержденными Правительством Российской Федерации.

В случае выяснения в ходе проверки несоответствия расчета по оценке пожарного риска на объект защиты предъявляемым требованиям плановая проверка продолжается с проведением проверки выполнения требований пожарной безопасности, установленных федеральными законами о технических регламентах и с вынесением мотивированного решения лица (лиц), проводящего (проводящих) проверку, о непринятии результатов расчета по оценке пожарного риска на объекте защиты, в котором указываются причины несоответствия расчета по оценке пожарного риска на объекте защиты предъявляемым требованиям.

В случае соответствия расчета по оценке пожарного риска на объект защиты предъявляемым требованиям, осуществляется проверка в соответствии со следующими пунктами.

2) выполнение организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

3) наличие организационно-распорядительных документов по организации обучения мерам пожарной безопасности, а также знания требований пожарной безопасности в пределах компетенции.

4) готовность персонала организации к действиям в случае возникновения пожара.

5) правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов.

6) создание и содержание подразделений пожарной охраны в соответствии с установленными нормами.

7) наличие лицензии у юридического лица или индивидуального предпринимателя, выполнявшего на объекте защиты работы, подлежащие лицензированию в области пожарной безопасности.

8) наличие у организаций, осуществляющих производство и (или) поставку либо реализацию продукции, подлежащей подтверждению соответствия требованиям пожарной безопасности, документа (сертификата или декларации соответствия) либо копии документа, заверенной в порядке, установленном законодательными и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, подтверждающего соответствие этой продукции требованиям технических регламентов;

9) соответствие уведомления о начале деятельности виду деятельности по перечню, утвержденному Правительством Российской Федерации;

10) наличие у изготовителей (поставщиков), лиц, осуществляющих реализацию продукции, подлежащей подтверждению соответствия требованиям пожарной безопасности, в технической документации на вещества, материалы, изделия и оборудование сведений о показателях пожарной опасности и мерах пожарной безопасности при обращении с ними;

11) выполнение обязательных для применения и исполнения на таможенной территории Таможенного союза требований к пиротехническим изделиям и связанным с ними процессам производства, перевозки, хранения, реализации, эксплуатации, утилизации (при наличии продукции, являющейся объектом технического регулирования) и правил их идентификации в целях защиты жизни и (или) здоровья человека, имущества, а также предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей (пользователей) относительно их назначения и безопасности.

**Плановая проверка начинается с предъявления служебного удостоверения** должностным лицом (должностными лицами) органа ГПН, обязательного ознакомления уполномоченного должностного лица органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка с (п. 44 Административного регламента):

распоряжением о проведении проверки;

полномочиями проводящего (проводящих) проверку должностного лица (должностных лиц) органа ГПН;

целями, задачами, основаниями проведения проверки;

видами и объемом мероприятий по надзору;

составом экспертов, представителями экспертных организаций, привлекаемых к проверке. В случаях необходимости проведения экспертиз и исследований, направленных на установление причинно-следственной связи выявленного нарушения требований пожарной безопасности с фактами причинения вреда, органы ГПН привлекают к проведению проверки органа власти или объекта защиты аккредитованных в установленном Правительством Российской Федерации порядке в соответствующей сфере науки, техники, хозяйственной деятельности

экспертов, экспертные организации, не состоящие в гражданско-правовых и трудовых отношениях с уполномоченным должностным лицом органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, осуществляющими свою деятельность на объекте защиты, на котором проводится проверка, и не являющиеся аффилированными лицами<sup>1</sup> указанных лиц;

сроками и условиями ее проведения.

**Во время проведения плановой проверки (п. 45 Административного регламента):**

1) осуществляется анализ сведений, содержащихся в документах, устанавливающих правообладателя объекта защиты, права и обязанности уполномоченных должностных лиц органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, документах, используемых при осуществлении деятельности и связанных с исполнением требований пожарной безопасности, исполнением предписаний, постановлений и представлений должностных лиц органов ГПН. К указанным документам относятся:

правоустанавливающие документы на объект защиты, учредительные документы;

документы распорядительного характера (приказы, распоряжения о назначении лиц, ответственных за противопожарное состояние объекта защиты, должностные инструкции);

декларация пожарной безопасности;

имеющиеся в органе ГПН предписания об устранении нарушений и (или) предписания по устранению несоответствия;

материалы рассмотрения дел об административных правонарушениях;

---

<sup>1</sup> Аффилированное лицо – физическое или юридическое лицо, способное оказывать влияние на деятельность юридических и (или) физических лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность. Аффилированными лицами юридического лица являются: член его Совета директоров (наблюдательного совета) или иного коллегиального органа управления, член его коллегиального исполнительного органа, а также лицо, осуществляющее полномочия его единоличного исполнительного органа; собственники данного юридического лица; лица, которые имеют право распоряжаться более чем 20 процентами общего количества голосов, приходящихся на акции (вклады, доли), составляющие уставный (складочный) капитал данного юридического лица; юридическое лицо, в котором данное юридическое лицо имеет право распоряжаться более чем 20 процентами общего количества голосов, приходящихся на акции (вклады, доли), составляющие уставный (складочный) капитал данного юридического лица; если юридическое лицо является участником финансово-промышленной группы, к его аффилированным лицам также относятся члены Советов директоров (наблюдательных советов) или иных коллегиальных органов управления, коллегиальных исполнительных органов участников финансово-промышленной группы, а также лица, осуществляющие полномочия единоличных исполнительных органов участников финансово-промышленной группы. Аффилированными лицами физического лица, осуществляющего предпринимательскую деятельность (индивидуального предпринимателя), являются: лица, принадлежащие к той группе лиц, к которой принадлежит данное физическое лицо; юридическое лицо, в котором данное физическое лицо имеет право распоряжаться более чем 20 процентами общего количества голосов, приходящихся на голосующие акции либо составляющие уставный или складочный капитал вклады, доли данного юридического лица.

техническая документация, связанная с вопросами энергоснабжения, водоснабжения, установок систем предотвращения пожаров и противопожарной защиты, договоры на производство работ по монтажу, ремонту и обслуживанию систем предотвращения пожара и противопожарной защиты;

технологическая документация, наличие и ведение которой регламентируется техническими регламентами, правилами противопожарного режима, иными нормативными правовыми актами и нормативными документами, содержащими требования пожарной безопасности;

договоры аренды территорий, зданий, помещений, объектов, агрегатов, в том числе договоры лизинга, иные гражданско-правовые договоры, подтверждающие право владения, пользования и (или) распоряжения объектом защиты на законных основаниях, а также договоры на выполненные работы, подлежащие лицензированию в области пожарной безопасности, для определения лиц, несущих ответственность за обеспечение пожарной безопасности объекта;

лицензия юридического лица или индивидуального предпринимателя, выполнявшего на объекте защиты работы, подлежащие лицензированию в области пожарной безопасности;

сертификаты соответствия (декларации соответствия) на выпускаемую и (или) реализуемую продукцию;

2) оценка соответствия деятельности уполномоченных должностных лиц органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, требованиям пожарной безопасности, с проведением следующих мероприятий по контролю (одного или в совокупности):

обследования объекта защиты (визуального осмотра);

отбора образцов продукции, проб и их исследования, испытания, измерения;

проведения экспертиз и расследований, направленных на установление причинно-следственной связи выявленного нарушения требований пожарной безопасности с фактами причинения вреда.

Проведение указанных мероприятий осуществляется в присутствии уполномоченных должностных лиц органа власти (органа местного самоуправления) или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка.

В отношении органов власти (органа местного самоуправления) плановые проверки проводятся в соответствии с п. 42 - 44, абзаца пятого п.п. 2 п. 45 Административного регламента, а также с осуществлением анализа реализуемых органами власти полномочий в области пожарной безопасности, установленных федеральным законодательством Российской Федерации.

### **Вопрос № 3. Проведение внеплановых проверок выполнения требований пожарной безопасности**

**Юридическим фактом, являющимся основанием для начала проведения внеплановой проверки, является (п. 47 Административного регламента):**

1) истечение срока исполнения органом власти, организацией, гражданином ранее выданного органом ГПН предписания об устранении нарушения и (или) по устранению несоответствия;

2) наличие решения органа власти об установлении особого противопожарного режима на соответствующей территории;

3) поступление в орган ГПН:

сведений от граждан, организаций о вводе объекта защиты в эксплуатацию после строительства, технического перевооружения, реконструкции, капитального ремонта или об изменении его класса функциональной пожарной опасности;

обращений и заявлений граждан, организаций, информации от органов власти (должностных лиц органов ГПН), из средств массовой информации о фактах нарушений требований пожарной безопасности при использовании (эксплуатации) объектов защиты, о проведении работ и об осуществлении деятельности, влияющих на пожарную безопасность объекта защиты, о несоответствии объектов защиты требованиям пожарной безопасности, если такие нарушения создают угрозу причинения вреда жизни, здоровью людей, вреда животным, растениям, окружающей среде, безопасности государства, имуществу физических и юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, угрозу возникновения пожара либо влекут причинение такого вреда, возникновение пожара;

4) наличие распоряжения руководителя (заместителя руководителя) органа ГПН о проведении внеплановой проверки, изданного в соответствии с поручением Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации либо на основании требования прокурора о проведении внеплановой проверки в рамках надзора за исполнением законов по поступившим в органы прокуратуры материалам и обращениям.

Основания для проведения внеплановой проверки так же изложены в ст. 6.1 Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

Внеплановая проверка в отношении объекта защиты может быть проведена по основанию, указанному в абзаце втором п.п. 3 п. 47 Административного регламента, после согласования с органом прокуратуры посредством направления в органы прокуратуры заявления типовой формы, установленной уполномоченным Правительством



Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти, о согласовании органом ГПН с органом прокуратуры проведения внеплановой выездной проверки объекта защиты (далее – заявление типовой формы) заказным почтовым отправлением с уведомлением о вручении или в форме электронного документа, подписанного электронной подписью (при наличии таковой). В случае поступления в органы ГПН заключения НОР с выводом о выполнении условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности, копия данного заключения прилагается к заявлению типовой формы.

Внеплановая проверка в отношении объекта защиты по основанию, указанному в абзаце третьем п.п. 3 п. 47 Административного регламента, может быть проведена незамедлительно с извещением органа прокуратуры о проведении мероприятий по надзору посредством направления документов, предусмотренных абзацем вторым настоящего подпункта в органы прокуратуры в течение двадцати четырех часов.

Внеплановая проверка в отношении объекта защиты физического лица-правообладателя по основанию, указанному в абзаце втором и третьем п.п. 3 п. 47 Административного регламента, может быть проведена незамедлительно.

**При осуществлении внеплановой проверки проверяется соблюдение требований пожарной безопасности (п. 48 Административного регламента):**

исполнение которых было предписано ранее выданным предписанием об устранении нарушений или по устранению несоответствия;

информация о нарушении которых явилась поводом для издания распоряжения о проведении внеплановой проверки;

на введенном в эксплуатацию объекте защиты после строительства, технического перевооружения, реконструкции, капитального ремонта или при изменении его класса функциональной пожарной опасности;

устанавливающих правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов в целях обеспечения пожарной безопасности в случае установления особого противопожарного режима на соответствующей территории;

во исполнение поручения Президента Российской Федерации или Правительства Российской Федерации либо требования прокурора о проведении внеплановой проверки в рамках надзора за исполнением законов по поступившим в органы прокуратуры материалам и обращениям.

О проведении внеплановой проверки уполномоченное должностное лицо органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится

проверка, уведомляется органом ГПН не менее чем за двадцать четыре часа до начала ее проведения любым доступным способом.

Предварительное уведомление организации, гражданина о проведении внеплановой проверки по основанию, указанному в абзаце третьем п.п. 3 п. 47 Административного регламента, не требуется.

**Срок проведения внеплановой проверки устанавливается в соответствии с п. 24 Административного регламента и не может превышать двадцати рабочих дней.**

В случае получения органом ГПН распорядительного документа органа прокуратуры о проведении в рамках прокурорского надзора проверки в отношении объектов защиты, осуществляемой непосредственно органами прокуратуры, должностное лицо органа ГПН участвует в проводимой органом прокуратуры проверке в качестве специалиста, дает пояснения и представляет информацию в рамках своей компетенции.

По требованию участвующих в проверке лиц должностное лицо (должностные лица) органа ГПН обязано (обязаны) представить информацию об органе ГПН, должностными лицами которого проводится проверка, а также об экспертах, экспертных организациях в целях подтверждения своих полномочий.

**При проведении проверки должностное лицо (должностные лица) органа ГПН не вправе (п. 39 Административного регламента):**

1) проверять выполнение требований, которые не относятся к полномочиям органа ГПН;

2) осуществлять проверку в случае отсутствия при ее проведении уполномоченного должностного лица органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, за исключением случая проведения такой проверки по основаниям, предусмотренным законодательством Российской Федерации;

3) требовать представления документов, информации, образцов продукции, если они не являются объектами проверки или не относятся к предмету проверки, а также изымать оригиналы таких документов;

4) отбирать образцы продукции, пробы для проведения их исследований, испытаний, измерений без оформления протоколов об отборе указанных образцов, проб по установленной форме и в количестве, превышающем нормы, установленные национальными стандартами, правилами отбора образцов, проб и методами их исследований, испытаний, измерений, техническими регламентами или действующими до дня их вступления в силу иными нормативными техническими документами и правилами и методами исследований, испытаний, измерений;

5) распространять информацию, полученную в результате проведения проверки и составляющую государственную, коммерческую,

служебную, иную охраняемую законом тайну, за исключением случаев, предусмотренных законодательством Российской Федерации;

б) превышать установленные сроки проведения проверки;

7) осуществлять выдачу проверяемым лицам предписаний, не предусмотренных Административным регламентом, или предложений о проведении за их счет мероприятий по контролю.

#### **Вопрос № 4. Распоряжение органа государственного пожарного надзора о проведении проверки**

Проверка выполнения требований пожарной безопасности **в отношении организаций и граждан** проводится на основании распоряжения о проведении плановой (внеплановой) проверки объекта защиты (далее – распоряжение о проведении проверки) органа ГПН установленной формы. Форма распоряжения определена в приложении № 1 к приказу Министерства экономического развития Российской Федерации от 30 апреля 2009 г. № 141 «О реализации положений Федерального закона «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».

**В отношении органов власти и физических лиц – правообладателей** проводится на основании распоряжения, в котором указываются (п. 37 Административного регламента):

1) наименование органа ГПН;

2) фамилии, имена, отчества (последнее – при наличии), должности должностного лица (должностных лиц) органа ГПН, уполномоченных на проведение проверки, а также привлекаемых к проведению проверки экспертов, представителей экспертных организаций;

3) наименование органов власти или физических лиц – правообладателей, проверка которых проводится, место их нахождения;

4) цели, задачи, предмет проверки и срок ее проведения;

5) правовые основания проведения проверки;

6) сроки проведения проверки;

7) перечень документов, представление которых необходимо для достижения целей и задач проведения проверки;

8) даты начала и окончания проведения проверки.

Распоряжение о проведении проверки подписывается начальником органа ГПН либо его заместителем и заверяется печатью издавшего его органа ГПН.

При проведении проверки комиссией в распоряжении о проведении проверки первым указывается должностное лицо органа ГПН, возглавляющее комиссию.

Изданное распоряжение о проведении проверки регистрируется в

журнале органа ГПН по учету проверок в течение трех рабочих дней.

Номер распоряжения о проведении проверки должен соответствовать порядковому номеру записи в журнале органа ГПН по учету проверок.

Копии распоряжения о проведении проверки, представляемые или направляемые уполномоченному должностному лицу органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, заверяются печатью издавшего его органа ГПН.

Проверка может проводиться только тем должностным лицом (должностными лицами) органа ГПН, который (которые) указан (указаны) в распоряжении о проведении проверки. В случае болезни должностного лица органа ГПН, являющегося единственным указанным в распоряжении о проведении проверки лицом, уполномоченным на проведение проверки, отсутствия его на рабочем месте по уважительной причине, начальником органа ГПН либо его заместителем издается новое распоряжение о проведении проверки в порядке, установленном Административным регламентом. В случае издания нового распоряжения начальника органа ГПН в связи с продлением срока проведения плановой проверки на основании мотивированного рапорта должностного лица (должностных лиц) органа ГПН, проводившего (проводивших) проверку, решение о продлении срока проверки оформляется визой начальника органа ГПН на данном мотивированном рапорте. Распоряжение о продлении срока проведения проверки должно быть подписано до окончания ранее установленного срока проверки. О продлении срока плановой проверки уполномоченное должностное лицо органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, уведомляются органом ГПН любым доступным способом.

Заверенная печатью копия распоряжения о проведении проверки одновременно с предъявлением служебного удостоверения (служебных удостоверений) вручается под роспись должностным лицом (должностными лицами) органа ГПН, проводящим (проводящими) проверку, уполномоченному должностному лицу органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка.

### **Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон Российской Федерации от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».

3. Федеральный закон Российской Федерации от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации».
4. Приказ МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности».
5. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 30 апреля 2009 г. № 141 «О реализации положений Федерального закона «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».

### **Лекция 3. Оформление результатов проверок выполнения требований пожарной безопасности**

*Вопросы лекции:*

1. Акт проверки выполнения требований пожарной безопасности.
2. Предписания, оформляемые по результатам проверки выполнения требований пожарной безопасности.
3. Порядок применения норм к объектам защиты при оформлении предписания органов государственного пожарного надзора.

#### **Вопрос № 1. Акт проверки выполнения требований пожарной безопасности**

**По результатам проверки** должностным лицом (должностными лицами) органа ГПН, проводящим (проводящими) проверку, **составляется акт проверки** (акт проверки органа власти, акт проверки физического лица – правообладателя). Акт проверки **составляется в двух экземплярах**.

Форма **акта проверки органом государственного контроля (надзора)** утверждена приказом Министерства экономического развития Российской Федерации от 30 апреля 2009 г. № 141 «О реализации положений Федерального закона "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля"» (приложение № 3).

Форма **акта проверки органа государственной власти (местного самоуправления)** определена в приложении № 4 разъяснений по отдельным вопросам применения положений нормативных правовых актов МЧС России (Письмо ДНД МЧС России от 6 августа 2012 г. № 19-3-1-3170).

Форма **акта проверки объекта защиты, собственником которого либо лицом, уполномоченным владеть, пользоваться или распоряжаться которым является гражданин, не являющийся индивидуальным предпринимателем** (акт проверки акте проверки физического лица – правообладателя) определена в приложении № 5 разъяснений по отдельным вопросам применения положений нормативных правовых актов МЧС России (Письмо ДНД МЧС России от 6 августа 2012 г. № 19-3-1-3170).

**В акте проверки органа власти, акте проверки физического лица – правообладателя указываются:**

- 1) дата, время и место составления акта проверки;
- 2) наименование органа ГПН;
- 3) дата и номер распоряжения руководителя, заместителя руководителя органа ГПН;

4) фамилия, имя, отчество (последнее – при наличии) и должность должностного лица (должностных лиц), проводившего (проводивших) проверку;

5) наименование проверяемого органа власти, физического лица – правообладателя, а также фамилия, имя, отчество (последнее – при наличии) и должность уполномоченного должностного лица органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, присутствовавших при проведении проверки;

6) дата, время, продолжительность и место проведения проверки;

7) сведения о результатах проверки, в том числе о выявленных нарушениях требований пожарной безопасности, об их характере и о лицах, допустивших указанные нарушения;

8) сведения об ознакомлении или отказе в ознакомлении с актом проверки уполномоченного должностного лица органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, о наличии его подписи или об отказе от совершения подписи;

9) подписи должностного лица (должностных лиц), проводившего (проводивших) проверку.

Подпись (подписи) должностного лица (должностных лиц) органа ГПН, проводившего (проводивших) проверку, в акте проверки (акте проверки органа власти, акте проверки физического лица – правообладателя) заверяется (заверяются) печатью (печатами) должностного лица (должностных лиц) органа ГПН.

**Номер акта проверки** (акта проверки органа власти, акта проверки физического лица – правообладателя) **должен соответствовать номеру распоряжения** о проведении проверки.

**К акту проверки (акту проверки органа власти, акту проверки физического лица – правообладателя) прилагаются:**

решение о непринятии результатов расчета по оценке пожарного риска на объекте защиты;

протоколы отбора образцов продукции, проб;

протоколы (заключения) проведенных исследований (испытаний), измерений и экспертиз;

объяснения лиц, на которых возлагается ответственность за нарушения требований пожарной безопасности;

предписания об устранении нарушений требований пожарной безопасности, о проведении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объектах защиты и по предотвращению угрозы возникновения пожара (далее – предписание об устранении нарушений) и (или) предписания о проведении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в отношении реализуемой продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов (далее – предписание по устранению несоответствия);

рапорт на продление срока проверки с визой начальника органа ГПН (в случае продления срока проведения проверки);

распорядительный документ органа прокуратуры (в случае проведения проверки в рамках прокурорского надзора);

документы, подтверждающие обоснованность и правомерность проведения внеплановой проверки по основаниям, указанным в п.п. 3 п. 47 Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности, утв. приказом МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 (далее – Административный регламент);

уведомления о вручении, в случае направления заказным почтовым отправлением органом ГПН документов уполномоченному должностному лицу органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка.

Учет актов проверок (актов проверок органов власти, актов проверки физических лиц – правообладателей) ведется в журнале органа ГПН по учету проверок.

**Акт проверки** (акт проверки органа власти, акт проверки физического лица – правообладателя) **оформляется на проверявшийся объект защиты** (орган власти) непосредственно после ее завершения, **один его экземпляр** с копиями приложений, заверенных печатью (печатами) должностного лица (должностных лиц) органа ГПН, проводившего (проводивших) проверку, вручается уполномоченному должностному лицу органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводилась проверка, под роспись об ознакомлении либо об отказе в ознакомлении с актом проверки.

В случае отсутствия уполномоченного должностного лица органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводилась проверка, а также в случае отказа данного лица дать расписку об ознакомлении либо об отказе в ознакомлении с актом проверки (актом проверки органа власти, актом проверки физического лица – правообладателя), данный акт направляется заказным почтовым отправлением с уведомлением о вручении, которое приобщается к экземпляру акта проверки (акта проверки органа власти, акта проверки физического лица – правообладателя), хранящемуся в контрольно-наблюдательном деле о противопожарном состоянии объекта защиты (органа власти) (далее – КНД). КНД оформляется в соответствии с приложением № 9 к Административному регламенту.

После завершения проверки в отношении объекта защиты, в случае, когда его единственным правообладателем является хозяйствующий субъект, отнесенный в соответствии с условиями, установленными



законодательством, к малым предприятиям либо к микропредприятиям, учет времени, затраченного должностным лицом (должностными лицами) органа ГПН, проводившим (проводившими) проверку объекта защиты, производится с указанием даты, точного времени, продолжительности (в часах и минутах) нахождения проверяющего (проверяющих) на объекте защиты (с указанием места проверки), в акте проверки и журнале органа ГПН по учету проверок. **В срок проведения проверки следует засчитывать только время непосредственного нахождения проверяющих на объекте защиты, где осуществляет деятельность проверяемое лицо (из расчета не более 8 часов в рабочий день).**

В случае если для составления акта проверки (акта проверки органа власти, акта проверки физического лица – правообладателя) необходимо получить заключения по результатам проведенных исследований, испытаний, измерений, специальных расследований, экспертиз, акт проверки (акт проверки органа власти, акт проверки физического лица – правообладателя) составляется в срок, не превышающий **трех рабочих дней после завершения указанных исследований, испытаний, измерений, расследований и экспертиз.**

Если проведение внеплановой выездной проверки согласовывалось с органом прокуратуры, то копия акта такой проверки направляется в орган прокуратуры, которым принято решение о согласовании проведения проверки, **в течение пяти рабочих дней со дня составления акта проверки.**

Второй экземпляр сопроводительного письма о направлении копии акта проверки приобщается к материалам проверки.

Результаты проверки, содержащие информацию, составляющую государственную, коммерческую, служебную, иную тайну, оформляются с соблюдением требований, предусмотренных законодательством Российской Федерации.

Должностным лицом органа ГПН, проводившим проверку или возглавлявшим комиссию, проводившую проверку, осуществляется запись в имеющемся журнале учета проверок. При отсутствии журнала учета проверок в акте проверки делается соответствующая запись.

Форма **журнала учета проверок** утверждена приказом Министерства экономического развития Российской Федерации от 30 апреля 2009 г. № 141 «О реализации положений Федерального закона "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля"» (приложение № 4).

В случае поступления в орган ГПН, издавший распоряжение о проведении проверки, направленного **в течение пятнадцати дней с даты получения акта проверки** лицом, в отношении которого проводилась проверка, возражения в письменной форме от указанного лица в

отношении акта проверки (акта проверки органа власти, акта проверки физического лица – правообладателя) в целом или его отдельных положений, а также документов, подтверждающих обоснованность таких возражений, или их заверенных копий, и (или) выданного предписания об устранении нарушений и (или) предписания по устранению несоответствия, орган ГПН рассматривает указанные возражения в порядке, установленном Административным регламентом.

## **Вопрос № 2. Предписания, оформляемые по результатам проверки выполнения требований пожарной безопасности**

В случае выявления при проведении проверки нарушений требований пожарной безопасности должностное лицо (должностные лица) органа ГПН, проводившее (проводившие) проверку, в пределах полномочий, предусмотренных законодательством Российской Федерации, обязано (обязаны):

1) с учетом разграничения ответственности и полномочий за обеспечение пожарной безопасности каждому уполномоченному должностному лицу органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, и (или) лицу (лицам), осуществляющему (осуществляющим) деятельность на проверяемом объекте защиты, а также органу власти выдать предписание (предписания) об устранении нарушения (нарушений) и (или) предписание по устранению несоответствия с указанием сроков их устранения;

2) принять меры по контролю за устранением выявленных нарушений, их предупреждению, предотвращению возможного причинения вреда жизни, здоровью граждан, а также меры по привлечению лиц, допустивших выявленные нарушения, к ответственности.

**Сроки устранения выявленных нарушений требований пожарной безопасности устанавливаются должностным лицом органа ГПН с учетом характера нарушения, а также исходя из организационных и технических условий, влияющих на их устранение.**

При назначении сроков устранения выявленных нарушений при проведении проверки органов местного самоуправления учитываются его бюджетные возможности и кадровый потенциал.

**Период проведения внеплановой проверки с целью контроля выполнения предписания об устранении нарушений и (или) предписания по устранению несоответствия устанавливается должностным лицом органа ГПН с учетом сроков устранения нарушений требований пожарной безопасности и срока давности привлечения к административной ответственности.**

**При выявлении в ходе проведения внеплановой проверки с целью контроля выполнения предписания об устранении нарушений и (или) предписания по устранению несоответствия, невыполнения в установленный в предписании срок требований пожарной безопасности:**

*каждому из лиц, перечисленных в п.п. 1 п. 59 Административного регламента (уполномоченному должностному лицу органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, и (или) лицу (лицам), осуществляющему (осуществляющим) деятельность на проверяемом объекте защиты, а также органу власти), с учетом разграничения полномочий и ответственности за обеспечение пожарной безопасности выдается новое предписание (предписания) об устранении нарушений, в котором (которых):*

устанавливаются новые сроки устранения не выполненных к установленному сроку нарушений требований пожарной безопасности;

переносятся из предписания, исполнение которого проверяется, ранее предложенные к исполнению нарушения, срок устранения которых не истек, при этом сохраняются ранее установленные и не истекшие сроки;

принимаются меры по привлечению лиц, допустивших выявленные нарушения, к ответственности в порядке, установленном законодательством Российской Федерации об административных правонарушениях.

**При выявлении в ходе проведения внеплановой проверки с целью контроля выполнения предписания об устранении нарушений и (или) предписания по устранению несоответствия новых нарушений требований пожарной безопасности, совершенных в период времени между завершённой плановой проверкой и данной внеплановой проверкой:**

принимаются меры по привлечению лиц, допустивших выявленные нарушения, к ответственности в порядке, установленном законодательством Российской Федерации об административных правонарушениях;

если такие нарушения создают угрозу причинения вреда жизни, здоровью людей, вреда животным, растениям, окружающей среде, безопасности государства, имуществу физических и юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, угрозу возникновения пожара, либо влекут причинение такого вреда, возникновение пожара, принимаются меры для проведения внеплановой проверки в порядке, установленном Административным регламентом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности, утв. приказом МЧС России от 28 июня 2012 г.

№ 375 (далее – Административный регламент).

Выданные предписания, в том числе предписания, выданные в ходе проведения внеплановой проверки, указанные в абзаце четвертом п.п. 2 п. 59 Административного регламента (выполнения предписания об устранении нарушений и (или) предписания по устранению несоответствия), учитываются в журнале органа ГПН по учету проверок.

Копии всех выдаваемых предписаний хранятся в КНД.

**В предписании об устранении нарушений указываются:**

1) полное наименование органа государственной власти, органа местного самоуправления, юридического лица, фамилия, имя, отчество (последнее – при наличии) индивидуального предпринимателя, физического лица – правообладателя объекта защиты;

2) перечень выявленных нарушений и сроки их устранения с указанием нормативных правовых актов, требования которых нарушены;

3) сведения об ознакомлении или отказе в ознакомлении с предписанием уполномоченного должностного лица органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, о наличии их подписей или об отказе от совершения подписи;

4) подписи должностного лица (должностных лиц), проводившего (проводивших) проверку.

В связи с отсутствием формы предписания об устранении нарушений требований пожарной безопасности, о проведении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объектах защиты и по предотвращению угрозы возникновения пожаров в качестве приложения к Административному регламенту его форма определена в приложении № 6 разъяснений по отдельным вопросам применения положений нормативных правовых актов МЧС России (Письмо ДНД МЧС России от 6 августа 2012 г. № 19-3-1-3170).

**В предписании по устранению несоответствия указываются:**

1) полное наименование органа государственной власти, органа местного самоуправления, юридического лица, фамилия, имя, отчество (последнее – при наличии) индивидуального предпринимателя, физического лица – правообладателя объекта защиты;

2) перечень мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в отношении реализуемой продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов;

3) сведения об ознакомлении или отказе в ознакомлении с предписанием уполномоченного должностного лица органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, о наличии их подписей или об отказе от совершения подписи;

4) подписи должностного лица (должностных лиц), проводившего (проводивших) проверку.

Подпись (подписи) должностного лица (должностных лиц) органа

ГПН, проводившего (проводивших) проверку, в предписании заверяется (заверяются) печатью (печатами) должностного лица (должностных лиц) органа ГПН.

В связи с отсутствием формы предписания о проведении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в отношении реализуемой продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов в качестве приложения к Административному регламенту его форма определена в приложении № 7 разъяснений по отдельным вопросам применения положений нормативных правовых актов МЧС России (Письмо ДНД МЧС России от 6 августа 2012 г. № 19-3-1-3170).

Номер предписания состоит из трех чисел, которые указываются через знак дроби, где первое число соответствует номеру распоряжения о проведении проверки, второе – кодификационному номеру вида предписания (1 – предписание об устранении нарушений, 2 – предписание по устранению несоответствия) и третье – порядковому номеру предписания, выдаваемого по результатам проведения проверки, осуществляемой в соответствии с указанным распоряжением.

### **Вопрос № 3. Порядок применения норм к объектам защиты при оформлении предписания органов государственного пожарного надзора**

При проведении мероприятий по контролю должна проводиться оценка соответствия объекта защиты требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, по которым он был запроектирован и построен.

Требования правил противопожарного режима в Российской Федерации действуют для всех объектов независимо от времени их проектирования и строительства.

Рассмотрим порядок применения норм к объектам защиты, запроектированным до и после вступления в силу Федерального закона от 22 июня 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

### **Порядок применения норм к объектам защиты, запроектированным до вступления в силу Федерального закона от 22 июня 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»**

Для объектов, построенных до вступления в силу Федерального закона от 22 июня 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – Технический регламент), существуют **четыре основных способа** обеспечения требуемого уровня

пожарной безопасности и соответственно несколько вариантов оформления предписаний об устранении нарушений требований пожарной безопасности, о проведении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объектах защиты и по предотвращению угрозы возникновения пожара (далее – предписание).

**Способ I.** Выполнение требований нормативных документов с учетом области их действия, предусмотренных Федеральным законом «О пожарной безопасности».

**Вариант предписания 1.1.** При несоблюдении или нарушении требований СНиП, ГОСТ, НПБ, ВНПБ и пр., действовавших на момент проектирования объекта, в предписании указываются ссылки на ст. 46 Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и соответствующие пункты указанных нормативных документов по пожарной безопасности.

**Способ II.** Обоснование требуемого уровня безопасности людей по утвержденным в установленном порядке методикам. Для объектов, запроектированных и построенных в период с 1991 года и до вступления в силу Технического регламента по методикам, изложенным в ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».

**Вариант предписания 1.2.** При несоблюдении или нарушении порядка проведения расчета и (или) несоответствия выбранных исходных данных фактическому состоянию объекта в предписании делаются ссылки на ст. 46 Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и соответствующие пункты ГОСТ 12.1.004-91.

**Способ III.** Выполняются требования технических условий и специальных правил пожарной безопасности, разработанных в соответствии с п. 1.5 и 1.6 СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» при отсутствии нормативных требований по пожарной безопасности для конкретного объекта или при вынужденных отступлениях от таких требований.

**Вариант предписания 1.3.** При отсутствии разработанных и согласованных в установленном порядке технических условий или при невыполнении изложенных в них требований, в предписании указываются ст. 46 Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», п. 1.5 и (или) 1.6 СНиП 21-01-97, а также конкретные пункты технических условий, требования которых нарушены.

**Способ IV.** Объект запроектирован (построен) в неустановленное время (как правило, более 50 лет назад) и (или) перечень нормативных требований на проектирование и строительство таких объектов отсутствует.

**Вариант предписания 1.4.** При наличии зарегистрированной в установленном порядке декларации пожарной безопасности в предписании

делаются ссылки на ст. 64 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и соответствующий пункт нормативного документа, указанного в декларации.

**Вариант предписания 1.5.** В случае отсутствия декларации пожарной безопасности, при проведении мероприятий по контролю за соблюдением требований пожарной безопасности в предписании указывается ссылка на ст. 79 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» в части, предписывающей обеспечения на объекте защиты требуемого уровня обеспечения пожарной безопасности людей с помощью системы пожарной безопасности, который достигается выполнением требований нормативных документов по пожарной безопасности или соответствующим обоснованием обеспечения на объекте нормативных расчетных параметров.

### **Порядок применения норм к объектам защиты, запроектированным после вступления в силу Технического регламента**

Положениями ч. 1 ст. 6 Технического регламента установлено, что пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной, если:

в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных Техническим регламентом;

в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и нормативными документами по пожарной безопасности.

При этом, в соответствии с ч. 3 ст. 6 Технического регламента при выполнении обязательных требований пожарной безопасности, установленных техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и требований нормативных документов по пожарной безопасности, а также для объектов защиты, которые были введены в эксплуатацию или проектная документация на которые была направлена на экспертизу до дня вступления в силу Технического регламента, расчет пожарного риска не требуется.

Руководствуясь данными положениями, собственник может выбирать следующие четыре способа подтверждения соответствия требованиям пожарной безопасности объектов защиты, запроектированных после вступления в силу Технического регламента:

**Способ I.** Соблюдены положения Технического регламента, а также на добровольной основе в полном объеме выполнены требования нормативных документов по пожарной безопасности, предусмотренных Техническим регламентом.

**Вариант предписания 2.1.** При несоблюдении или нарушении требований сводов правил, в предписании дается ссылка на ч. 3 ст. 6 Технического регламента, а также статьи Технического регламента, на основании которых разработаны указанные своды правил.

Например, если не выполнены требования, изложенные в Своде правил СП 1 «Эвакуационные пути и выходы», в предписании необходимо делать ссылку на ч. 3 ст. 6 и на ст. 89 Технического регламента.

Для полноты информации необходимо также сослаться на пункты сводов правил, требования которых нарушены.

**Способ II.** Соблюдаются положения Технического регламента и применены системы противопожарной защиты объекта, не описанные в сводах правил. При этом достаточность принимаемых решений обосновывается расчетом риска по методикам, разработанным и утвержденным в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» (далее – постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272).

**Вариант предписания 2.2.** При несоответствии выбранных исходных данных фактическому состоянию объекта в предписаниях даются ссылки на ч. 1 и 7 ст. 6 Технического регламента и п. 5 и 7 (п. «г») постановления Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272.

**Способ III.** Выполняются требования Технического регламента, и своды правил не применяются. Например, используются зарубежные нормы, стандарты организаций и прочее. Достаточность принимаемых решений при этом должно обосновываться расчетом риска по упомянутым методикам.

Порядок оформления предписаний аналогичен варианту предписания 2.2.

**Способ IV.** Для уникальных зданий и сооружений, для которых отсутствуют нормативные требования, кроме выполнения положений Технического регламента должны быть в соответствии со ст. 20 Федерального закона «О пожарной безопасности» и ч. 2 ст. 78 Технического регламента разработаны и согласованы в установленном порядке специальные технические условия без расчета пожарного риска.

**Вариант предписания 2.3.** При отсутствии разработанных и согласованных в установленном порядке специальных технических условий или при невыполнении изложенных в них требованиях, в предписании должна быть ссылка на ст. 20 Федерального закона «О



пожарной безопасности» и ч. 2 ст. 78 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности, а также конкретные пункты специальных технических условий, требования которых нарушены.

При всех вариантах оформления предписаний на объекты защиты, независимо от времени их проектирования и постройки, необходимо учитывать сведения, изложенные в декларации пожарной безопасности (если требуется ее разработка). То есть, независимо от года постройки объекта к нему предъявляются требования задекларированные собственником (или иным лицом, установленным требованиям приказа МЧС России от 24 февраля 2009 г. № 91).

При несоответствии объекта декларации пожарной безопасности в предписании указываются ссылки на ст. 64 Технического регламента и соответствующий пункт нормативного документа, указанного в декларации.

### **Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июня 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Приказ МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности».
3. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 30 апреля 2009 г. № 141 «О реализации положений Федерального закона "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».
4. Письмо ДНД МЧС России от 6 августа 2012 г. № 19-3-1-3170 «Разъяснения по отдельным вопросам применения положений нормативных правовых актов МЧС России».
5. Письмо УРЦ МЧС России от 19 февраля 2013 г. № 1924-5-4-3 «О порядке планирования и проведения проверок ОМС».

### **Тема 3. Административно-правовая деятельность органов государственного пожарного надзора**

#### **Лекция 1. Возбуждение дела об административном правонарушении в области пожарной безопасности**

*Вопросы лекции:*

1. Должностные лица МЧС России, уполномоченные составлять протоколы об административных правонарушениях.
2. Порядок составления протокола об административном нарушении требований пожарной безопасности.

#### **Вопрос № 1. Должностные лица МЧС России, уполномоченные составлять протоколы об административных правонарушениях**

В случае выявления при проведении проверки противоправного, виновного действия (бездействия) уполномоченного должностного лица органа власти или объекта защиты, в отношении которого проводится проверка, и (или) лица (лиц), осуществляющего (осуществляющих) деятельность на проверяемом объекте защиты, в органе власти, в отношении которого проводится проверка, а также лиц, находящихся на объекте защиты, образующего состав административного правонарушения, должностные лица органа ГПН, в пределах своих полномочий, возбуждают дела об административных правонарушениях и осуществляют производство по указанным делам в порядке, установленном законодательством Российской Федерации об административных правонарушениях.

В соответствии с п. 42 ч. 2, ч. 3, 4 ст. 28.3 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях (далее – КоАП РФ), согласно Приказу от 12 апреля 2012 г. № 176 «Об утверждении перечня должностных лиц органов федерального государственного пожарного надзора Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, уполномоченных составлять протоколы об административных правонарушениях» протоколы об административных правонарушениях, предусмотренных ст. 11.16, ч. 2, 3 и 4 ст. 14.1, ч. 1 ст. 14.34, ст. 14.44, 14.46, 17.7, 17.9, ч. 2, 3 ст. 17.16, ч. 1 ст. 19.4, ст. 19.4.1, ч. 12-15 ст. 19.5, ст. 19.6, 19.7, 19.13 (в части заведомо ложного вызова пожарной охраны), ст. 19.20, 19.26, 19.33, 20.4, ч. 1 ст. 20.25 КоАП РФ, вправе составлять следующие должностные лица органов федерального государственного пожарного надзора федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы: главный государственный инспектор Российской Федерации по пожарному надзору

и его заместители, государственные инспекторы Российской Федерации по пожарному надзору, главные государственные инспекторы субъектов Российской Федерации по пожарному надзору и их заместители, государственные инспекторы субъектов Российской Федерации по пожарному надзору, главные государственные инспекторы специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы по пожарному надзору и их заместители, государственные инспекторы специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы по пожарному надзору, главные государственные инспекторы городов (районов) субъектов Российской Федерации по пожарному надзору и их заместители, государственные инспекторы городов (районов) субъектов Российской Федерации по пожарному надзору.

В соответствии с п. 7 ч. 2 и ч. 4 ст. 28.3 КоАП РФ, Приказом МЧС России от 27 января 2011 г. № 18 утвержден Перечень должностных лиц Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, уполномоченных составлять протоколы об административных правонарушениях:

**1. В центральном аппарате МЧС России:**

главный государственный инспектор Российской Федерации по пожарному надзору;

*должностные лица Департамента надзорной деятельности:*

директор департамента;

заместитель директора департамента;

начальник отдела;

заместитель начальника отдела;

советник;

старший инспектор;

главный специалист – эксперт;

инспектор.

**2. В региональных центрах по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий:**

*должностные лица управлений надзорной деятельности:*

заместитель начальника регионального центра по надзорной деятельности – начальник управления;

заместитель начальника управления;

начальник отдела;

заместитель начальника отдела;

начальник отделения;

начальник группы;

главный специалист;

главный специалист – эксперт;

инспектор;  
ведущий специалист – эксперт;  
старший специалист 1 разряда.

**3. В главных управлениях МЧС России по субъектам Российской Федерации:**

*должностные лица управлений надзорной деятельности:*

заместитель начальника главного управления по надзорной деятельности – начальник управления;

заместитель начальника управления;

начальник отдела;

заместитель начальника отдела;

начальник отделения;

начальник группы;

главный специалист;

старший дознаватель;

старший инженер;

старший инспектор;

главный специалист – эксперт;

инженер;

инспектор;

дознаватель;

ведущий специалист – эксперт;

*должностные лица территориальных подразделений надзорной деятельности:*

начальник отдела;

заместитель начальника отдела;

начальник отделения;

главный специалист;

старший дознаватель;

старший инженер;

старший инспектор;

дознаватель;

инспектор;

инженер.

**4. В Главном управлении МЧС России по г. Москве:**

заместитель начальника главного управления по надзорной деятельности;

*должностные лица управления надзорной деятельности:*

начальник управления;

заместитель начальника управления;

начальник отдела;

заместитель начальника отдела;

начальник отделения;

главный специалист;  
старший дознаватель;  
старший инженер;  
старший инспектор;  
главный специалист – эксперт;  
инженер;  
инспектор;  
дознаватель;  
ведущий специалист – эксперт;

*должностные лица отделов надзорной деятельности управлений по административным округам:*

заместитель начальника управления – начальник отдела;  
заместитель начальника отдела;  
начальник отделения;  
старший дознаватель;  
старший инженер;  
старший инспектор;  
дознаватель;  
инженер;  
инспектор;

*должностные лица региональных отделов надзорной деятельности управлений по административным округам:*

начальник отдела;  
заместитель начальника отдела;  
старший дознаватель;  
старший инженер;  
старший инспектор;  
дознаватель;  
инженер;  
инспектор;  
старший специалист 1 разряда.

#### **5. В Главном управлении МЧС России по г. Санкт-Петербургу:**

заместитель начальника главного управления по надзорной деятельности;

*должностные лица управления надзорной деятельности:*

начальник управления;  
заместитель начальника управления;  
начальник отдела;  
заместитель начальника отдела;  
начальник отделения;  
главный специалист;  
старший дознаватель;  
старший инженер;

старший инспектор;  
главный специалист – эксперт;  
дознатель;  
инженер;  
инспектор;  
ведущий специалист – эксперт;  
*должностные лица отделов надзорной деятельности районов  
г. Санкт-Петербурга:*  
начальник отдела;  
заместитель начальника отдела;  
старший дознаватель;  
старший инженер;  
старший инспектор;  
дознатель;  
инженер;  
инспектор.

## **Вопрос № 2. Порядок составления протокола об административном нарушении требований пожарной безопасности**

Протокол об административном нарушении требований пожарной безопасности составляется при наличии **поводов к возбуждению дела об административном правонарушении.**

**Поводами к возбуждению дела являются** (ст. 28.1 КоАП РФ):

непосредственное обнаружение должностными лицами, уполномоченными составлять протоколы об административных правонарушениях, достаточных данных, указывающих на наличие события административного правонарушения;

поступившие из правоохранительных органов, а также из других государственных органов, органов местного самоуправления, от общественных объединений материалы, содержащие данные, указывающие на наличие события административного правонарушения;

сообщения и заявления физических и юридических лиц, а также сообщения в средствах массовой информации, содержащие данные, указывающие на наличие события административного правонарушения.

С момента составления протокола об административном правонарушении или вынесения прокурором постановления о возбуждении дела об административном правонарушении, дело об административном правонарушении считается возбужденным.

**Составленный протокол является формой документа, которым фиксируется факт совершения административного правонарушения.**

**В протоколе указываются** (ст. 28.2 КоАП РФ):

дата и место его составления;

должность, фамилия и инициалы лица, составившего протокол;  
сведения о лице, в отношении которого возбуждено дело об административном правонарушении;

фамилии, имена, отчества, адреса, места жительства свидетелей и потерпевших, если имеются свидетели и потерпевшие;

место, время совершения и событие административного правонарушения;

статья Кодекса или закона субъекта Российской Федерации, предусматривающая административную ответственность за данное административное правонарушение;

объяснение физического лица или законного представителя юридического лица, в отношении которых возбуждено дело;

иные сведения, необходимые для разрешения дела.

Раскрывая суть события административного правонарушения, следует обратить внимание на то, что при составлении протокола об административном правонарушении необходимо избегать формулировок общего характера, например:

«допущено устройство двери в кладовой с пределом огнестойкости менее 0,6 ч.»;

«отсутствуют знаки пожарной безопасности установленной формы»;

«не выдержанны расстояния между торговым оборудованием» и другие.

Довольно часто в протоколе указывается, что на проверенном объекте отсутствуют первичные средства пожаротушения. Для правильного установления обстоятельств совершения правонарушения необходимо указывать, какое количество огнетушителей необходимо иметь на данном объекте, сколько имеется в наличии и какого количества не хватает.

При составлении протокола физическому лицу или законному представителю юридического лица, в отношении которых возбуждено дело об административном правонарушении, а также иным участникам производства по делу разъясняются их права и обязанности, предусмотренные КоАП РФ, о чем делается запись в протоколе. *(Например, лицу, в отношении которого ведется производство по делу об административном правонарушении разъясняются его права, предусмотренные статьей 51 Конституции Российской Федерации и статьей 25.1 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях).*

Выше перечисленным лицам предоставляется право ознакомления с протоколом, а также предоставить объяснения и замечания по содержанию протокола, которые прилагаются к протоколу.

В случае неявки физического лица или законного представителя физического лица, или законного представителя юридического лица, в

отношении которых ведется производство по делу об административном правонарушении, если они извещены в установленном порядке, протокол об административном правонарушении составляется в их отсутствие. Копия протокола об административном правонарушении направляется лицу, в отношении которого он составлен, **в течение трех дней со дня составления указанного протокола** (ч. 4.1 ст. 28.2 КоАП РФ).

Протокол подписывается должностным лицом его составившим, физическим лицом или законным представителем юридического лица, в отношении которых возбуждено дело об административном правонарушении. В случае отказа лиц в подписании протокола, в нем делается соответствующая запись.

Физическому лицу или законному представителю юридического лица, в отношении которых возбуждено дело об административном правонарушении, а также потерпевшему вручается под расписку копия протокола.

Протокол об административном правонарушении составляется немедленно после выявления совершения административного правонарушения, но если в случае необходимости выяснения дополнительных обстоятельств дела, срок его составления может быть продлен до **двух суток** (ст. 28.5 КоАП РФ).

В случаях, если после выявления административного правонарушения в области пожарной безопасности осуществляются экспертиза или иные процессуальные действия, требующие значительных временных затрат, проводится по месту совершения или выявления административного правонарушения административное расследование.

Решение о возбуждении дела об административном правонарушении и проведении административного расследования принимается должностным лицом, уполномоченным составлять протокол об административном правонарушении, в виде определения после выявления факта совершения административного правонарушения.

**В определении о возбуждении дела об административном правонарушении указываются** (ст. 28.7 КоАП РФ):

дата и место составления определения;

должность, фамилия и инициалы лица, составившего определение;

повод для возбуждения дела об административном правонарушении;

данные указывающие на наличие события административного правонарушения;

статья Кодекса об административных правонарушениях, либо закона субъекта Российской Федерации, предусматривающая административную ответственность за данное административное правонарушение.

Срок проведения административного расследования не может превышать **один месяц** с момента возбуждения дела об административном правонарушении. В исключительных случаях указанный срок по



письменному ходатайству должностного лица, в производстве которого находится дело, может быть продлен вышестоящим должностным лицом на срок **не более одного месяца**.

По окончании административного расследования составляется протокол об административном правонарушении, либо выносится постановление о прекращении дела об административном правонарушении.

**Протокол** об административном правонарушении **направляется** судье, должностному лицу, уполномоченным рассматривать дело об административном правонарушении, в течение **трех суток с момента составления протокола** (ст. 28.8 КоАП РФ).

В случае если протокол составлен неправомочным лицом, а также в иных случаях, недостатки протокола и других материалов дела устраняются в срок **не более трех суток** со дня их поступления (получения) от судьи, органа, должностного лица, рассматривающих дело об административном правонарушении. Материалы дела с внесенными в них изменениями и дополнениями возвращаются указанным судье, органу, должностному лицу в течение суток со дня устранения соответствующих недостатков.

Регистрация дел об административных правонарушениях, возбужденных и (или) рассмотренных должностными лицами органов ГПН, а также сведения об их движении отражаются в журнале учета дел об административных правонарушениях и представлений об устранении причин и условий, способствовавших совершению административного правонарушения. Типовая форма журнала приведена в приложении № 11 к Административному регламенту Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности (утв. приказом МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375). В журнале указываются следующие сведения:

дата регистрации и номер документа (указывается вид документа: протокол или определение);

основание привлечения к административной ответственности (указывается статья и часть статьи Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях);

кто и когда составил протокол;

должность, фамилия, имя, отчество лица, в отношении которого составлен протокол (наименование юридического лица);

наименование объекта защиты, на котором допущено нарушение;

кем и когда рассмотрено административное дело, результат рассмотрения;

номер постановления и дата его вынесения;

дата вручения (направления) постановления;  
дата направления постановления для принудительного исполнения,  
куда направлено и исходящий номер;  
кем и когда исполнено постановление;  
обжалование (определение) и решение по жалобе (протесту), дата;  
кто и когда составил представление;  
кому направлено представление;  
дата получения ответа на представление;  
примечание (отметка о привлекаемом лице – гражданин,  
должностное лицо, юридическое лицо).

Листы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью. Журнал должен быть включен в номенклатуру дел территориального органа МЧС России.

### **Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Конституция Российской Федерации.
2. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
3. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (введён в действие Федеральным законом Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ).
4. Постановление Пленума Высшего Арбитражного Суда Российской Федерации от 27 января 2003 г. № 2 «О некоторых вопросах, связанных с введением в действие Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях».
5. Приказ МЧС России от 5 апреля 2012 г. № 176 «Об утверждении перечня должностных лиц органов федерального государственного пожарного надзора Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, уполномоченных составлять протоколы об административных правонарушениях».
6. Приказ МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности».
7. Приказ МЧС от 27 января 2011 г. № 18 «Об утверждении Перечня должностных лиц Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, уполномоченных составлять протоколы об административных правонарушениях».

8. Производство по делам об административных правонарушениях в области пожарной безопасности: Методическое пособие (издание 2-е, доп.). – Пермь, 2007. – 290 с.
9. *Зиневич С.В., Костючик В.А.* Вопросы применения кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях: Сборник судебных нормативных документов. – Тюмень: Тюменский дом печати, 2007. – 384 с.

## **Лекция 2. Рассмотрение дел об административных правонарушениях, связанных с нарушениями требований пожарной безопасности**

*Вопросы лекции:*

1. Подготовка к рассмотрению дела об административном правонарушении в области пожарной безопасности.
2. Порядок рассмотрения дела об административном правонарушении в области пожарной безопасности. Вынесение постановления по результатам рассмотрения дела.

### **Вопрос № 1. Подготовка к рассмотрению дела об административном правонарушении в области пожарной безопасности**

В соответствии со ст. 23.34 КоАП РФ (в ред. Федерального закона от 19.07.2009 № 198-ФЗ) органы, осуществляющие ГПН в праве рассматривать дела об административных правонарушениях, предусмотренных ст. 6.24, 6.25, 8.32, 11.16, 20.4 КоАП РФ.

***Рассматривать дела об административных правонарушениях и назначать административные наказания от имени органов ГПН вправе:***

главный государственный инспектор Российской Федерации по пожарному надзору, его заместители;

главные государственные инспекторы субъектов Российской Федерации по пожарному надзору, их заместители;

главные государственные инспекторы городов (районов) субъектов Российской Федерации по пожарному надзору, их заместители;

главные государственные инспекторы специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы по пожарному надзору, их заместители;

государственные инспекторы Российской Федерации по пожарному надзору;

государственные инспекторы субъектов Российской Федерации по пожарному надзору;

государственные инспекторы городов (районов) субъектов Российской Федерации по пожарному надзору;

государственные инспекторы специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы по пожарному надзору.

В свою очередь государственные инспекторы субъектов Российской Федерации по пожарному надзору, государственные инспекторы городов (районов) субъектов Российской Федерации по пожарному надзору и государственные инспекторы специальных и воинских подразделений

федеральной противопожарной службы по пожарному надзору вправе рассматривать дела об административных правонарушениях, совершенных гражданами и должностными лицами.

**Рассматривая дела об административных правонарушениях должностные лица органов, осуществляющих государственный пожарный надзор должны решить ряд задач, к которым относятся:**

всестороннее, полное, объективное и своевременное выяснение обстоятельств каждого дела;

разрешение его в соответствии с законом;

обеспечение исполнения вынесенного постановления;

выявления причин и условий, способствующих совершению административных правонарушений.

Должностное лицо при подготовке к рассмотрению дела об административном правонарушении **выясняет следующие вопросы** (ст. 29.1 КоАП РФ):

1. Относится ли к его компетенции рассмотрение данного дела.

*Как было отмечено ранее, органы ГПН имеют право рассматривать дела об административных правонарушениях по статьям 6.24, 6.25, 8.32, 11.16, 20.4 КоАП РФ.*

2. Имеются ли обстоятельства, исключающие возможность рассмотрения данного дела должностным лицом.

В соответствии со ст. 29.2, 29.3 КоАП РФ, в случае, если должностное лицо, рассматривающее дело является родственником лица в отношении которого ведется производство, потерпевшего, законного представителя физического или юридического лица, защитника или представителя, а также лично, прямо или косвенно, заинтересован в разрешении дела, то он обязан подать заявление о самоотводе вышестоящему должностному лицу.

3. Правильно ли составлены протокол об административном правонарушении и другие протоколы, а также оформлены иные материалы дела.

4. Имеются ли обстоятельства, исключающие производство по делу.

В соответствии со ст. 24.5 КоАП РФ, производство по делу не может быть начато, а **начатое производство подлежит прекращению при наличии одного из обстоятельств:**

отсутствие события административного правонарушения;

отсутствие состава административного правонарушения, в том числе не достижение физическим лицом на момент совершения правонарушения возраста 16 лет, или невменяемость физического лица;

действие лица в состоянии крайней необходимости;

издание акта амнистии, если такой акт устраняет применение административного наказания;

отмена закона, устанавливающего административную ответственность;

истечение сроков давности привлечения к административной ответственности;

наличие по одному и тому же факту совершения противоправных действий лицом, в отношении которого ведется производство по делу, постановления о назначении административного наказания, либо постановления о прекращении производства по делу, либо постановления о возбуждении уголовного дела;

смерть физического лица.

5. Достаточно ли имеющихся по делу материалов для его рассмотрения по существу.

6. Имеются ли ходатайства и отводы (ст. 24.4, 25.12, 25.13 КоАП РФ).

Также в ходе подготовки к рассмотрению дела об административном правонарушении **разрешаются следующие вопросы, по которым в случае необходимости выносятся определение** (ст. 29.4 КоАП РФ):

1) **о назначении времени и места** рассмотрения дела;

Дело об административном правонарушении рассматривается по месту его совершения. По ходатайству лица, в отношении которого ведётся производство по делу, дело может быть рассмотрено по месту его жительства. Дело, по которому было проведено административное расследование, рассматривается по месту нахождения органа, проводившего административное расследование;

2) **вызове лиц**, указанных в ст. 25.1-25.10 КоАП РФ (*лицо, в отношении которого ведется производство по делу об административном правонарушении, потерпевший, законные представители физического лица, законные представители юридического лица, защитник и представитель, свидетель, понятой, специалист, эксперт и переводчик*), об истребовании необходимых дополнительных материалов по делу, о назначении экспертизы;

3) **об отложении** рассмотрения дела;

4) **о возвращении** материалов дела на до оформление;

5) **передаче** протокола и других материалов дела на рассмотрение по подведомственности.

## **Вопрос № 2. Порядок рассмотрения дела об административном правонарушении в области пожарной безопасности. Вынесение постановления по результатам рассмотрения дела**

По общему правилу для рассмотрения дела об административном правонарушении установлен срок, продолжительностью **15 дней с момента получения** должностным лицом, правомочным рассматривать

соответствующее дело, **протокола** об административном правонарушении и других материалов дела (ч. 1 ст. 29.6 КоАП РФ).

В случае передачи дела об административном правонарушении для рассмотрения судьей, дело рассматривается в двухмесячный срок со дня получения судьей, правомочным рассматривать дело, протокола об административном правонарушении и других материалов дела (ч. 1.1 ст. 29.6 КоАП РФ).

Срок рассмотрения дела исчисляется в календарных днях (не рабочие дни из подсчета не исключаются) и его нарушение не влечет за собой прекращение производства по делу, так как он относится к процессуальным срокам.

В случае поступления ходатайств от участников производства по делу об административном правонарушении либо в случае необходимости в дополнительном выяснении обстоятельств дела срок рассмотрения дела может быть продлен, но **не более чем на один месяц**. О продлении указанного срока орган, должностное лицо, рассматривающие дело, выносят мотивированное определение (ч. 2 ст. 29.6 КоАП РФ).

Выполнив все необходимые действия, должностное лицо в назначенный день приступает к рассмотрению административного дела.

**При рассмотрении дела об административном правонарушении** (ст. 29.7 КоАП РФ):

1) объявляется, кто рассматривает дело, какое дело подлежит рассмотрению, кто и на основании какого закона привлекается к административной ответственности;

2) устанавливается факт явки физического лица, или законного представителя физического лица, или юридического лица, в отношении которых ведется производство по делу, а также иных лиц участвующих в рассмотрении дела;

3) проверяются полномочия законных представителей физического или юридического лица, защитника и представителя;

4) выясняется, извещены ли участники производства по делу в установленном порядке, выясняются причины неявки, и принимается решение о рассмотрении дела в отсутствие указанных лиц либо об отложении рассмотрения дела;

5) разъясняются лицам, участвующим в рассмотрении дела, их права и обязанности;

6) рассматриваются заявленные отводы и ходатайства;

7) выносится определение об отложении рассмотрения дела в **случае:**

а) поступления заявления о самоотводе или об отводе должностного лица, рассматривающего дело, если их отвод препятствует рассмотрению дела по существу;

- б) отвод специалиста, эксперта или переводчика, если указанный отвод препятствует рассмотрению дела по существу;
- в) необходимости явки лица, участвующего в рассмотрении дела, истребования дополнительных материалов по делу или назначения экспертизы.

8) выносится определение о приводе лица, участие которого признается обязательным при рассмотрении дела в соответствии с ч. 3 ст. 29.4 КоАП РФ;

9) выносится определение о передаче дела на рассмотрение по подведомственности в соответствии со ст. 29.4 КоАП РФ.

При продолжении рассмотрения дела оглашается протокол об административном правонарушении, а при необходимости и иные материалы дела. Заслушиваются объяснения физического лица или законного представителя юридического лица, в отношении которых ведется производство, показания других лиц, участвующих в производстве по делу.

Дела об административных правонарушениях подлежат открытому рассмотрению, за исключением случаев, если это может привести к разглашению государственной, военной, коммерческой или иной охраняемой законом тайны, а также в случаях, если этого требуют интересы обеспечения безопасности лиц, участвующих в производстве по делу, членов их семей, их близких, а также защиты чести и достоинства указанных лиц.

Производство по делу ведется на русском языке – государственном языке Российской Федерации. Если лица, участвующие в производстве, не владеют русским языком, то им предоставляется право выступать и давать объяснения на родном языке, а также пользоваться услугами переводчика.

Лица, участвующие в производстве по делу, имеют право (в письменной форме) заявлять ходатайства, которые подлежат обязательному рассмотрению должностным лицом, рассматривающим дело. Решение об отказе в удовлетворении ходатайства оформляется в виде определения.

Лицо, в отношении которого ведется производство по делу об административном правонарушении, считается невиновным, пока его вина не будет доказана в порядке, предусмотренном Кодексом об административных правонарушениях, и установлена вступившим в законную силу постановлением должностного лица, рассматривающим дело.

Лицо, привлекаемое к административной ответственности, не обязано доказывать свою невиновность, и подлежит ответственности только за те административные правонарушения, в отношении которых установлена его вина.



В процессе рассмотрения дела об административном правонарушении также принимаются во внимание обстоятельства смягчающие и отягчающие административную ответственность, а также общие правила назначения административного наказания (ст. 4.1-4.3 КоАП РФ).

**По результатам рассмотрения дела об административном правонарушении может быть вынесено одно из следующих постановлений** (ст. 29.9 КоАП РФ):

- о назначении административного наказания;
- о прекращении производства по делу об административном правонарушении.

За совершение административных правонарушений в области пожарной безопасности могут быть применены следующие **виды административных наказаний**:

- предупреждение (ст. 3.4 КоАП РФ);
- административный штраф (ст. 3.5 КоАП РФ);
- административное приостановление деятельности (ст. 3.12 КоАП РФ).

**Организации, их должностные лица и граждане, нарушившие требования пожарной безопасности, несут ответственность** в соответствии с законодательством Российской Федерации:

нарушение установленного федеральным законом запрета курения табака на отдельных территориях (за исключением курения табака на детских площадках), в помещениях и на объектах (ч. 1 ст. 6.24 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на граждан* в размере от 500 руб. до 1,5 тыс. руб.;

нарушение установленного федеральным законом запрета курения табака на детских площадках (ч. 2 ст. 6.24 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на граждан* в размере от 2 до 3 тыс. руб.;

несоблюдение требований к знаку о запрете курения, обозначающему территории, здания и объекты, где курение запрещено, и к порядку его размещения (ч. 1 ст. 6.25 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на должностных лиц* в размере от 10 до 20 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 30 до 60 тыс. руб.;

несоблюдение требований к выделению и оснащению специальных мест на открытом воздухе для курения табака либо выделению и оборудованию изолированных помещений для курения табака (ч. 2 ст. 6.25 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на должностных лиц* в размере от 20 до 30 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 50 до 80 тыс. руб.;

неисполнение индивидуальным предпринимателем или юридическим лицом обязанностей по контролю за соблюдением норм законодательства в сфере охраны здоровья граждан от воздействия

окружающего табачного дыма и последствий потребления табака на территориях и в помещениях, используемых для осуществления своей деятельности (ч. 3 ст. 6.25 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на индивидуальных предпринимателей* в размере от 30 до 40 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 60 до 90 тыс. руб.;

нарушение правил пожарной безопасности в лесах (ч. 1 ст. 8.32 КоАП РФ) влечет *предупреждение* или *наложение административного штрафа на граждан* в размере от 1,5 до 2,5 тыс. руб.; **на должностных лиц** – от 5 до 10 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 30 до 100 тыс. руб.;

выжигание хвороста, лесной подстилки, сухой травы и других лесных горючих материалов с нарушением требований правил пожарной безопасности на земельных участках, непосредственно примыкающих к лесам, защитным и лесным насаждениям и не отделенных противопожарной минерализованной полосой шириной не менее 0,5 метра (ч. 2 ст. 8.32 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на граждан* в размере от 2 до 3 тыс. руб.; **на должностных лиц** – от 7 до 12 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 50 до 120 тыс. руб.;

нарушение правил пожарной безопасности в лесах в условиях особого противопожарного режима (ч. 3 ст. 8.32 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на граждан* в размере от 3 до 4 тыс. руб.; **на должностных лиц** – от 10 до 20 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 100 до 200 тыс. руб.;

нарушение правил пожарной безопасности, повлекшее возникновение лесного пожара без причинения тяжкого вреда здоровью человека (ч. 4 ст. 8.32 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на граждан* в размере 5 тыс. руб.; **на должностных лиц** – 50 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 500 тыс. до 1 млн руб.;

нарушение установленных на железнодорожном, морском, внутреннем водном или воздушном транспорте требований пожарной безопасности (ст. 11.16 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на граждан* в размере от 1,5 до 2 тыс. руб.; **на должностных лиц** – от 4 до 5 тыс. руб.;

нарушение требований пожарной безопасности за исключением случаев, предусмотренных ст. 8.32, 11.16 КоАП РФ (ч. 1 ст. 20.4 КоАП РФ) влечет *предупреждение* или наложение *административного штрафа на граждан* – от 1 до 1,5 тыс. руб.; **на должностных лиц** – от 6 до 15 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 150 до 200 тыс. руб.;

те же действия, совершенные в условиях особого противопожарного режима (ч. 2 ст. 20.4 КоАП РФ) влекут наложение *административного штрафа на граждан* в размере – от 2 до 4 тыс. руб.; **на должностных лиц** – от 15 до 30 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 400 до 500 тыс. руб.;

нарушение требований пожарной безопасности к внутреннему противопожарному водоснабжению, электроустановкам зданий,

сооружений и строений, электротехнической продукции или первичным средствам пожаротушения либо требований пожарной безопасности об обеспечении зданий, сооружений и строений первичными средствами пожаротушения (ч. 3 ст. 20.4 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на граждан* в размере – от 2 до 3 тыс. руб.; **на должностных лиц** – от 6 до 15 тыс. руб.; **на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица** – от 20 до 30 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 150 до 200 тыс. руб.;

нарушение требований пожарной безопасности к эвакуационным путям, эвакуационным и аварийным выходам либо системам автоматического пожаротушения и системам пожарной сигнализации, системам оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в зданиях, сооружениях и строениях или системам противодымной защиты зданий, сооружений и строений (ч. 4 ст. 20.4 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на граждан* в размере – от 3 до 4 тыс. руб.; **на должностных лиц** – от 15 до 20 тыс. руб.; **на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица** – от 30 до 40 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 150 до 200 тыс. руб.;

повторное совершение административного правонарушения (ч. 5 ст. 20.4 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на граждан* в размере – от 4 до 5 тыс. руб.; **на должностных лиц** – от 20 до 30 тыс. руб.; **на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица** – от 40 до 50 тыс. руб. или *административное приостановление деятельности* на срок до девяноста суток; **на юридических лиц** – от 200 до 400 тыс. руб. или *административное приостановление деятельности* на срок до девяноста суток;

нарушение требований пожарной безопасности, повлекшее возникновение пожара и уничтожение или повреждение чужого имущества либо причинение легкого или средней тяжести вреда здоровью человека (ч. 6 ст. 20.4 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на граждан* в размере – от 4 до 5 тыс. руб.; **на должностных лиц** – от 40 до 50 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 300 до 400 тыс. руб.;

неисполнение производителем (поставщиком) обязанности по включению в техническую документацию на вещества, материалы, изделия и оборудование информации о показателях пожарной опасности этих веществ, материалов, изделий и оборудования или информации о мерах пожарной безопасности при обращении с ними, если предоставление такой информации обязательно (ч. 7 ст. 20.4 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на должностных лиц* в

размере – от 15 до 20 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 90 до 100 тыс. руб.;

нарушение требований пожарной безопасности об обеспечении проходов, проездов и подъездов к зданиям, сооружениям и строениям (ч. 8 ст. 20.4 КоАП РФ) влечет наложение *административного штрафа на граждан* в размере – от 1,5 до 2 тыс. руб.; **на должностных лиц** – от 7 до 10 тыс. руб.; **на юридических лиц** – от 120 до 150 тыс. руб.

**Предупреждение** как вид административного наказания за нарушение требований пожарной безопасности может быть назначен всем субъектам (граждане; должностные лица; лица, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица; юридические лица), указанным в санкции ч. 1 ст. 20.4 КоАП РФ (*Обзор судебной практики Верховного Суда РФ по гражданским делам за III квартал 2006 года (утв. Постановлением Президиума Верховного Суда РФ от 29 ноября 2006 г.). Вопрос 15*).

**Наложение административного штрафа.** При применении нормы ст. 4.2 КоАП РФ и определении конкретного размера штрафа необходимо исходить из того, что в силу ч. 1 и 2 ст. 4.1 Кодекса размер штрафа не может быть установлен ниже предела, предусмотренного соответствующей статьей КоАП. (в ред. Постановления Пленума Высшего Арбитражного Суда РФ от 27 января 2003 г. № 2 «О некоторых вопросах, связанных с введением в действие Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях»).

**В постановлении** по делу об административном правонарушении **должны быть указаны** (ст. 29.10 КоАП РФ):

должность, фамилия, имя, отчество должностного лица вынесшего постановление;

дата и место рассмотрения дела;

сведения о лице, в отношении которого рассмотрено дело;

обстоятельства, установленные при рассмотрении дела;

статья Кодекса или закона субъекта Российской Федерации, предусматривающая административную ответственность за совершение административного правонарушения, либо основания прекращения производства по делу;

мотивированное решение по делу;

срок и порядок обжалования постановления.

Постановление по делу подписывается должностным лицом, вынесшим постановление.

**Постановление** по делу об административном правонарушении **объявляется немедленно** по окончании рассмотрения дела. **Копия постановления вручается под расписку** физическому лицу или законному представителю физического, или юридического лица, а также

потерпевшему по его просьбе либо высылаются указанным лицам **в течение трех дней со дня вынесения постановления по делу.**

**Постановление** по делу об административном правонарушении **обязательно для исполнения** всеми органами государственной власти, органами местного самоуправления, должностными лицами, гражданами и их объединениями, юридическими лицами и подлежит исполнению с момента его вступления в законную силу.

*Постановление по делу об административном правонарушении вступает в законную силу:*

после истечения срока, установленного для обжалования постановления;

после истечения срока, установленного для обжалования решения по жалобе;

немедленно после вынесения, не подлежащего обжалованию решения по жалобе, за исключением случаев, если решением отменяется вынесенное постановление.

**Постановление о назначении административного наказания**, по которому исполнение произведено полностью, с отметкой об исполненном административном наказании возвращается органом, должностным лицом, приведшим постановление в исполнение, судье, органу, должностному лицу, вынесшим постановление.

При наличии обстоятельств, вследствие которых исполнение постановления о назначении административного наказания в виде административного штрафа (за исключением случаев взыскания суммы административного штрафа на месте совершения административного правонарушения) невозможно в установленные сроки, судья, орган, должностное лицо, вынесшие постановление, могут отсрочить исполнение постановления на срок до одного месяца.

Статьей 32.2. КоАП РФ предусмотрена **добровольная уплата штрафа не позднее 30 дней** со дня вступления постановления в законную силу.

При отсутствии документа, свидетельствующего об уплате административного штрафа, по истечении 30 дней со дня вступления постановления о наложении административного штрафа в законную силу либо со дня истечения срока отсрочки или срока рассрочки, предусмотренных ст. 31.5 КоАП РФ, судья, орган, должностное лицо, вынесшее постановление, направляют соответствующие материалы судебному приставу-исполнителю для взыскания суммы административного штрафа в порядке, предусмотренном федеральным законодательством (Федеральный закон Российской Федерации от 21 июля 1997 г. № 118-ФЗ «О судебных приставах», Федеральный закон Российской Федерации от 2 октября 2007 г. № 229-ФЗ «Об исполнительном производстве»). Кроме того, судья, орган, должностное

лицо, вынесшее постановление, принимают решение о привлечении лица, не уплатившего административный штраф, к административной ответственности в виде штрафа в двукратном размере суммы неуплаченного административного штрафа, либо административный арест на срок до 15 суток (ч. 1 ст. 20.25 КоАП РФ).

***Должностное лицо, вынесшее постановление о назначении административного наказания, прекращает исполнение постановления в случае (ст. 31.7 КоАП РФ):***

издания акта амнистии;

отмены или признания утратившим силу закона или его положения, устанавливающих административную ответственность за содеянное;

смерти лица, привлеченного к административной ответственности;

истечения срока давности исполнения постановления (если оно не приведено в исполнение в течении года со дня его вступления в законную силу);

отмены постановления.

При установлении причин административного правонарушения и условий, способствовавших его совершению, **должностное лицо**, рассматривавшее дело **может вносить** в соответствующие организации и соответствующим должностным лицам **представление о принятии мер по устранению указанных причин и условий.**

Организации и должностные лица обязаны рассмотреть представление **в течение месяца со дня его получения** и сообщить о принятых мерах должностному лицу, вынесшему представление.

### **Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Конституция Российской Федерации.
2. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
3. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (введён в действие Федеральным законом Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ).
4. Постановление Пленума Высшего Арбитражного Суда Российской Федерации от 27 января 2003 г. № 2 «О некоторых вопросах, связанных с введением в действие Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях».
5. Обзор судебной практики Верховного Суда РФ по гражданским делам за III квартал 2006 года (утв. Постановлением Президиума Верховного Суда РФ от 29 ноября 2006 г.).
6. Приказ МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным

ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности».

7. Производство по делам об административных правонарушениях в области пожарной безопасности: Методическое пособие (издание 2-е, доп.). – Пермь, 2007. – 290 с.
8. *Зиневич С.В., Костючик В.А.* Вопросы применения кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях: Сборник судебных нормативных документов. – Тюмень: Тюменский дом печати, 2007. – 384 с.

### **Лекция 3. Административное приостановление и временный запрет деятельности**

*Вопросы лекции:*

1. Административное приостановление деятельности как вид административного наказания в области пожарной безопасности.
2. Временный запрет деятельности. Порядок применения за нарушения требований пожарной безопасности.

#### **Вопрос № 1. Административное приостановление деятельности как вид административного наказания в области пожарной безопасности**

В соответствии с п. 9 ч. 1 ст. 3.2 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях (далее – КоАП РФ) («Виды административных наказаний») за совершение административных правонарушений может применяться административное наказание в виде административного приостановления деятельности.

Административное приостановление деятельности как вид административного наказания введен Федеральным законом Российской Федерации № 45-ФЗ от 9 мая 2005 г., вступившим в законную силу 12 августа 2005 г.

*Административное приостановление деятельности* заключается во временном прекращении деятельности лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, юридических лиц, их филиалов, представительств, структурных подразделений, производственных участков, а также эксплуатации агрегатов, объектов, зданий или сооружений, осуществления отдельных видов деятельности (работ), оказания услуг.

В ст. 3.12 Кодекса определено, что *административное приостановление деятельности* применяется в случае угрозы жизни или здоровью людей, ... в области порядка управления, в области общественного порядка и общественной безопасности, в области градостроительной деятельности, в области транспортной безопасности.

Административное приостановление деятельности назначается только в случаях, предусмотренных статьями Особенной части КоАП РФ, если менее строгий вид административного наказания не сможет обеспечить достижение цели административного наказания.

Административное приостановление деятельности назначается судьей.

Административное приостановление деятельности устанавливается *на срок до девяноста суток*. Срок административного приостановления деятельности исчисляется с момента фактического приостановления



деятельности лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, юридических лиц, их филиалов, представительств, структурных подразделений, производственных участков, а также эксплуатации агрегатов, объектов, зданий или сооружений, осуществления отдельных видов деятельности (работ), оказания услуг.

Отметим, что судья, назначивший административное наказание в виде административного приостановления деятельности, на основании ходатайства лица, осуществляющего предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, или юридического лица досрочно прекращают исполнение административного наказания в виде административного приостановления деятельности, если будет установлено, что устранены обстоятельства, указанные в ч. 1 ст. 3.12 КоАП РФ, послужившие основанием для назначения данного административного наказания.

Согласно Федеральному закону от 3 июня 2011 г. № 120-ФЗ административное приостановление деятельности **на указанный срок (до девяноста суток) назначается только за повторное совершение административного правонарушения предусмотренные ч. 3 или 4 ст. 20.4 КоАП РФ**, а именно:

нарушение требований пожарной безопасности к внутреннему противопожарному водоснабжению, электроустановкам зданий, сооружений и строений, электротехнической продукции или первичным средствам пожаротушения либо требований пожарной безопасности об обеспечении зданий, сооружений и строений первичными средствами пожаротушения (ч. 3 ст. 20.4 КоАП РФ);

нарушение требований пожарной безопасности к эвакуационным путям, эвакуационным и аварийным выходам либо системам автоматического пожаротушения и системам пожарной сигнализации, системам оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в зданиях, сооружениях и строениях или системам противодымной защиты зданий, сооружений и строений (ч. 4 ст. 20.4 КоАП РФ).

Законодательством не предусмотрено административное приостановление деятельности граждан, и если собственником зданий или помещений является физическое лицо, не осуществляющее предпринимательскую деятельность, то должностные лица ГПН в случае выявления угрозы возникновения пожара или безопасности людей могут лишь привлечь виновное лицо к административной ответственности в виде штрафа или другого вида наказания.

В каждом случае назначение наказания в виде приостановления деятельности юридического лица или индивидуального предпринимателя, должно быть обоснованно и назначаться только в случае, если невозможно

назначение иного наказания, то есть в случае реальной угрозы жизни и здоровью людей, в случае реальной опасности возникновения пожара.

Наработанная практика показывает, что некоторые судьи учитывают как смягчающие ответственность обстоятельства то, что недостатки не повлекли за собой последствий, отсутствует ущерб, как обществу, так и здоровью людей, лицом принимались меры к ликвидации недостатков, но они оказались неэффективными с учетом имущественного или финансового положения этого лица.

Проблемным остается вопрос о приостановлении деятельности крупных предприятий, объектов здравоохранения, жизнеобеспечения, если такое приостановление может повлечь необратимые последствия для населения города или района.

## **Вопрос № 2. Временный запрет деятельности. Порядок применения за нарушения требований пожарной безопасности**

В случае если при проведении проверки установлено, что деятельность лиц, перечисленных в п.п. 1 п. 59 Административного регламента МЧС России исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности (утв. приказом МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375), эксплуатация ими зданий, строений, сооружений, помещений, оборудования, подобных объектов, производимые и реализуемые ими товары (выполняемые работы, предоставляемые услуги) представляют непосредственную угрозу причинения вреда жизни, здоровью граждан или такой вред причинен, орган ГПН обязан незамедлительно принять меры по недопущению причинения вреда или прекращению его причинения вплоть до **временного запрета деятельности** филиалов, представительств, структурных подразделений данных лиц, эксплуатируемых ими производственных участков, агрегатов, объектов, зданий или сооружений, осуществления отдельных видов деятельности (работ), оказания услуг в порядке, установленном Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях (далее – КоАП РФ).

Рассматривая положения, закрепленные в КоАП РФ, необходимо отметить, что в результате совершения административного правонарушения лицом, осуществляющим предпринимательскую деятельность без образования юридического лица или юридическим лицом, может возникнуть ситуация, требующая немедленного приостановления их деятельности, законом предусмотрен **временный запрет деятельности**, как мера обеспечения производства по делам об административных правонарушениях. Она может быть применена только в случае, если за правонарушение может быть назначено наказание в виде

административного приостановления деятельности до рассмотрения дела судом.

Временный запрет деятельности как дополнительная мера обеспечения производства по делу об административном правонарушении введена Федеральным законом Российской Федерации от 9 мая 2005 г. № 45-ФЗ.

Порядок применения временного запрета деятельности определен ст. 27.16, 27.17 КоАП РФ.

*Временный запрет деятельности* – это дополнительная мера обеспечения производства по делу об административном правонарушении, которая заключается в кратковременном, установленном **на срок до рассмотрения дела судом**, прекращении деятельности филиалов, представительств, структурных подразделений юридического лица, производственных участков, а также эксплуатации агрегатов, объектов, зданий или сооружений, осуществления отдельных видов деятельности (работ), оказания услуг.

Согласно ч. 5 ст. 29.6 КоАП РФ дело об административном правонарушении, за совершение которого может быть назначено административное наказание в виде административного приостановления деятельности и применен временный запрет деятельности, должно быть рассмотрено **не позднее семи суток с момента фактического прекращения деятельности** филиалов, представительств, структурных подразделений юридического лица, производственных участков, а также эксплуатации агрегатов, объектов, зданий или сооружений, осуществления отдельных видов деятельности (работ), оказания услуг. Срок временного запрета деятельности засчитывается в срок административного приостановления деятельности.

Временный запрет деятельности может применяться, если за совершение административного правонарушения возможно назначение административного наказания в виде административного приостановления деятельности.

Временный запрет деятельности может применяться только в исключительных случаях, если это необходимо для предотвращения непосредственной угрозы жизни или здоровью людей, ... и если предотвращение указанных обстоятельств другими способами невозможно.

Временный запрет деятельности осуществляется должностным лицом, уполномоченным в соответствии со ст. 28.3 КоАП РФ составлять протокол об административном правонарушении, за совершение которого может быть назначено административное наказание в виде административного приостановления деятельности.

Напомним, что в п. 42 ч. 2 ст. 28.3 КоАП РФ указаны должностные лица органов, осуществляющих государственный пожарный надзор.

**О временном запрете деятельности составляется протокол, в котором указываются:**

основание применения этой меры обеспечения производства по делу об административном правонарушении;

дата и место его составления;

должность, фамилия и инициалы должностного лица, составившего протокол;

сведения о лице, в отношении которого ведется производство по делу об административном правонарушении;

объект деятельности, подвергшийся временному запрету деятельности;

время фактического прекращения деятельности;

объяснения лица, осуществляющего предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, или законного представителя юридического лица

Протокол о временном запрете деятельности подписывается составившим его должностным лицом, лицом, осуществляющим предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, или законным представителем юридического лица. В случае, если кем-либо из указанных лиц протокол не подписан, должностное лицо делает в нем об этом соответствующую запись.

Копия протокола о временном запрете деятельности вручается под расписку лицу, осуществляющему предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, или законному представителю юридического лица.

Срок временного запрета деятельности исчисляется с момента фактического прекращения деятельности филиалов, представительств, структурных подразделений юридического лица, производственных участков, а также эксплуатации агрегатов, объектов, зданий или сооружений, осуществления отдельных видов деятельности (работ), оказания услуг (ч. 2 ст. 27.17 КоАП РФ).

Отметим, что в случае составления протокола о временном запрете в конце рабочего дня в протоколе будут содержаться дата его составления и время фактического прекращения деятельности лица, привлекаемого к ответственности, которые могут отличаться друг от друга. Таким образом, **срок** временного запрета деятельности следует **исчислять с момента фактического прекращения деятельности, указанного в протоколе** (*Обзор судебной практики Верховного Суда РФ по гражданским делам за IV квартал 2005 года (утв. Постановлением Президиума Верховного Суда РФ от 1 марта 2006 г. № 32-АД 05-3). Вопрос № 24*).

При этом протокол о временном запрете деятельности должен быть направлен в суд в любом случае, когда такое действие имело место.

Вред, причиненный незаконным применением мер обеспечения производства по делу об административном правонарушении, подлежит возмещению в порядке, предусмотренном гражданским законодательством.

Поэтому, применение данной меры должно производиться с осторожностью, а необходимость ее применения должна быть четко и подробно мотивирована в протоколе о временном запрете деятельности.

Если на момент рассмотрения дела судом в течение того времени, когда деятельность была временно запрещена в силу ст. 27.16, 27.17 КоАП РФ, лицо устранило все нарушения или часть нарушений, то суд в этом случае, при подтверждении документально устранения нарушений, учитывая именно это обстоятельство, вправе применить не исключительную меру наказания, а иное наказание.

### **Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (введен в действие Федеральным законом Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ).
2. Приказ МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности».
3. Приказ МЧС России 27 января 2011 г. № 18 «Об утверждении перечня должностных лиц Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, уполномоченных составлять протоколы об административных правонарушениях».
4. Обзор судебной практики Верховного Суда РФ по гражданским делам за IV квартал 2005 года (утв. Постановлением Президиума Верховного Суда РФ от 1 марта 2006 г. № 32-АД 05-3).

## **Тема 4. Организация работы с обращениями и жалобами организаций и граждан по вопросам обеспечения пожарной безопасности**

### **Лекция. Порядок рассмотрения обращений физических и юридических лиц, органов власти по вопросам обеспечения пожарной безопасности**

*Вопросы лекции:*

1. Порядок информирования об исполнении государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности.
2. Рассмотрение межведомственных запросов из федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, предоставляющих государственные услуги.
3. Проведение консультаций по исполнению государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности и вопросам, входящим в компетенцию органов ГПН.
4. Досудебный (внесудебный) порядок обжалования решений и действий (бездействия) органа, исполняющего государственную функцию по надзору за выполнением требований пожарной безопасности, а также его должностных лиц.

### **Вопрос № 1. Порядок информирования об исполнении государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности**

Административным регламентом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнению государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности (далее – Административный регламент) (утв. Приказом МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375) установлен порядок **информирования об исполнении государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности.**

**Информирование о порядке исполнения государственной функции осуществляется:**

посредством размещения информации о порядке исполнения государственной функции на официальном сайте МЧС России в информационно-телекоммуникационной сети Интернет (далее – официальный сайт МЧС России) ([www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.gov.ru)), а также в федеральной государственной информационной системе «Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)» (далее – Единый

портал государственных и муниципальных услуг) ([www.gosuslugi.ru](http://www.gosuslugi.ru));  
непосредственно в органах ГПН, исполняющих государственную функцию;

с использованием средств телефонной связи, а также при устном или письменном обращении.

Сведения о местонахождении и контактных телефонах ДНД МЧС России, органов ГПН региональных центров МЧС России, органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, приведенные в приложении № 1 к Административному регламенту, размещаются на официальном сайте МЧС России и официальных сайтах территориальных органов МЧС России в сети Интернет.

**Сведения о графике (режиме) работы органов ГПН сообщаются по телефонам для справок (консультаций), а также размещаются:**

на официальном сайте МЧС России и официальных сайтах территориальных органов МЧС России в сети Интернет;

на информационной табличке перед входом в здание, в котором располагается орган ГПН.

**На информационных стендах в помещениях органов ГПН и официальных сайтах территориальных органов МЧС России в сети Интернет, а также на Едином портале государственных и муниципальных услуг размещается следующая информация:**

номера телефонов для справок (консультаций) и адреса электронной почты (при наличии таковых) органов ГПН;

порядок рассмотрения обращений и получения консультаций;

порядок обжалования решений, действий (бездействия) должностных лиц органов ГПН;

план проведения плановых проверок на год (далее – ежегодный план) или выписка из него на квартал;

информация о месте приема, а также об установленных для приема днях и часах;

текст Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности с приложениями.

При ответах на телефонные звонки и устные обращения по вопросам исполнения государственной функции должностные лица органа ГПН подробно и в корректной форме информируют обратившихся по интересующим их вопросам. Ответ на телефонный звонок должен начинаться с информации о фамилии, имени, отчестве (последнее – при наличии), должности и специальном звании лица, принявшего телефонный звонок.

При невозможности самостоятельно и компетентно ответить на

поставленные вопросы лицо, принявшее телефонный звонок, должно переадресовать (перевести) его на другое должностное лицо или же сообщить обратившемуся лицу телефонный номер, по которому можно получить необходимую информацию.

**Информирование по вопросам исполнения государственной функции осуществляется должностными лицами органов ГПН следующими способами:**

при личном контакте с гражданами (консультирование);

посредством почтовой связи;

посредством телефонной связи;

посредством электронной почты (при наличии таковой).

Посредством автоинформатора (при наличии такового), который работает круглосуточно в органе ГПН, обратившийся информируется о:

режиме работы соответствующего органа ГПН, исполняющего государственную функцию;

адресах МЧС России, территориальных органов МЧС России и адресах официальных сайтов МЧС России, территориальных органов МЧС России в сети Интернет;

номерах телефонов и адресах электронной почты МЧС России, территориального органа МЧС России.

**Для органов ГПН устанавливается следующий график (режим) работы (по местному времени):**

Понедельник	9.00 - 18.00
Вторник	9.00 - 18.00
Среда	9.00 - 18.00
Четверг	9.00 - 18.00
Пятница	9.00 - 16.45

Продолжительность перерыва рабочего дня для отдыха и питания устанавливается в соответствии с законодательством Российской Федерации. **Органы ГПН осуществляют прием граждан не реже двух раз в неделю из расчета 4 часа в день.** График приема граждан утверждается начальником органа ГПН и размещается на информационном стенде в органе ГПН в доступном для граждан месте.

## **Вопрос № 2. Рассмотрение межведомственных запросов из федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, предоставляющих государственные услуги**

Поступившие межведомственные запросы из федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, предоставляющих государственные услуги (далее – орган власти, предоставляющий государственную услугу), о выдаче заключения (далее – запрос), в соответствии с Административным



регламентом рассматриваются органом ГПН с учетом документации, имеющейся в данном органе и характеризующей состояние объекта защиты, на котором заинтересованные в выдаче заключения организация или гражданин предполагают осуществлять или фактически осуществляет заявленный вид деятельности.

По результатам рассмотрения запроса сведения из заключения о соответствии (несоответствии) объекта защиты требованиям пожарной безопасности направляются в орган власти, предоставляющий государственную услугу, в форме электронного документа, подписанного электронной подписью.

Срок подготовки и направления ответа на запрос не может превышать **пять рабочих дней со дня поступления запроса** в орган ГПН. Должностное лицо, не представившее (несвоевременно представившее) запрошенные и находящиеся в распоряжении соответствующего органа ГПН сведения из заключения о соответствии (несоответствии) объекта защиты требованиям пожарной безопасности, подлежит административной, дисциплинарной или иной ответственности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

### **Вопрос № 3. Проведение консультаций по исполнению государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности и вопросам, входящим в компетенцию органов ГПН**

Порядок консультаций по исполнению государственной функции и вопросам, входящим в компетенцию органов ГПН регламентирован п.п. 75-87 Административного регламента.

Консультации по вопросам исполнения государственной функции органами ГПН предоставляются должностными лицами органов ГПН.

**Консультации предоставляются гражданам и организациям, а также их законным представителям в устном или письменном виде, по вопросам:**

разъяснения прав и обязанностей должностных лиц органов ГПН, исполняющих государственную функцию;

разъяснения прав и обязанностей лиц, указанных в п. 6 Административного регламента;

порядка и сроков проведения проверок;

порядка обжалования действий (бездействий), решений органов ГПН и должностных лиц органов ГПН, принятых в ходе исполнения государственной функции;

результатов исполнения государственной функции, за исключением сведений конфиденциального характера;

выполнения (применения) требований пожарной безопасности и нормативных документов по пожарной безопасности;

порядка и сроков рассмотрения письменных заявлений организаций и граждан о выдаче заключения о соответствии объекта защиты требованиям пожарной безопасности;

перечня документов, необходимых для предоставления в орган ГПН, с целью получения заключения о соответствии объекта защиты требованиям пожарной безопасности;

перечня документов, необходимых для предоставления в лицензирующие органы для получения лицензии в области пожарной безопасности;

соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности или лицензионным требованиям и условиям;

иным вопросам, отнесенным к компетенции органа ГПН.

Консультации предоставляются при личном обращении, посредством телефонной связи, посредством электронной почты, а при получении письменного запроса – в письменной форме в порядке, установленном законодательством Российской Федерации о рассмотрении обращений граждан – Федеральным законом Российской Федерации от 2 мая 2006 г. № 59-ФЗ «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации» (далее – закон).

Под **обращением** гражданина согласно п. 1 ст. 4 Закона понимается направленные в государственный орган, орган местного самоуправления или должностному лицу письменные предложение, заявление или жалоба, а также устное обращение гражданина в государственный орган, орган местного самоуправления.

**Предложение** – рекомендация гражданина по совершенствованию законов и иных нормативных правовых актов, деятельности государственных органов и органов местного самоуправления, развитию общественных отношений, улучшению социально-экономической и иных сфер деятельности государства и общества (п. 2 ст. 4 Закона).

**Заявление** – просьба гражданина о содействии в реализации его конституционных прав и свобод или конституционных прав и свобод других лиц, либо сообщение о нарушении законов и иных нормативных правовых актов, недостатках в работе государственных органов, органов местного самоуправления и должностных лиц, либо критика деятельности указанных органов и должностных лиц (п. 3 ст. 4 Закона).

**Жалоба** – просьба гражданина о восстановлении или защите его нарушенных прав, свобод или законных интересов либо прав, свобод или законных интересов других лиц (п. 4 ст. 4 Закона).

**Время консультирования** устанавливается начальником органа ГПН *не менее четырех часов в рабочую неделю* и размещается на доске объявлений в органе ГПН в доступном для граждан месте.

Консультирование граждан при личном обращении осуществляется в служебных кабинетах должностных лиц органа ГПН.

Лицам, желающим получить консультацию по вопросам исполнения государственной функции, предоставляется право ее получения в порядке живой очереди.

Должностное лицо органа ГПН, осуществляющее консультирование, узнает у гражданина фамилию, имя, отчество (последнее - при наличии), существо вопроса, мотивы обращения, при этом должностное лицо органа ГПН вправе уточнить перечень документов, которые могут быть представлены гражданином при получении консультации.

Должностное лицо органа ГПН, осуществляющее консультирование, дает с согласия граждан устный ответ по существу каждого из поставленных вопросов или устное разъяснение, куда и в каком порядке им следует обратиться. Содержание устной консультации заносится в учетную карточку личной консультации гражданина.

При невозможности решить поставленные вопросы во время консультации, а также при несогласии гражданина на устный ответ дается письменный ответ по существу поставленных на консультации вопросов.

В случае необходимости подробного ознакомления с представленными или упомянутыми во время консультации документами, а также в иных обоснованных случаях проведение консультации может быть перенесено. Дата повторной консультации регистрируется в журнале учета консультаций.

В случае объективной задержки продвижения очереди должностное лицо органа ГПН, ведущее консультацию, обязано уведомить ожидающих о причинах и предполагаемом времени предоставления консультаций.

В ходе личного приема на консультацию от граждан, обратившихся в орган ГПН, могут быть получены устные и письменные обращения по вопросам осуществления государственной функции, которые подлежат регистрации и рассмотрению в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Органы ГПН и должностные лица органа ГПН обязаны давать письменные разъяснения по письменным обращениям граждан в срок, не превышающий тридцати дней со дня регистрации обращения.

**В исключительных случаях**, а также в случае направления письменного запроса руководитель органа ГПН (заместитель руководителя) вправе продлить срок рассмотрения обращения **не более чем на 30 дней**, уведомив о продлении срока его рассмотрения гражданина, направившего обращение.

Если разрешение вопросов, содержащихся в обращении, не входит в компетенцию органа ГПН, обращение в течение семи дней с момента его регистрации подлежит направлению в орган, компетентный рассмотреть обращение по существу. При этом орган ГПН обязан уведомить заявителя

о том, в какой государственный орган направлено его обращение.

**Вопрос № 4. Досудебный (внесудебный) порядок обжалования решений и действий (бездействия) органа, исполняющего государственную функцию по надзору за выполнением требований пожарной безопасности, а также его должностных лиц**

В соответствии с п. 98 Административного регламента граждан, организация, орган власти в отношении которых подготовлены документы в ходе или по результатам проверки (далее – заинтересованное лицо), вправе обжаловать решение и действие (бездействие) должностного лица органа ГПН, принятое или осуществленное по результатам проверки, в орган ГПН, выдавший распоряжение о проведении проверки, вышестоящему должностному лицу, органу ГПН.

Предметом досудебного (внесудебного) обжалования является решение или действие (бездействие) должностного лица органа ГПН, принятое или осуществленное по результатам проверки. Обжалование осуществляется в течение **пятнадцати дней с момента принятия решений** и (или) осуществления действий (бездействия) должностным лицом органа ГПН по результатам проверки. На период срока, установленного для рассмотрения жалобы, вступление в силу обжалуемых документов и их действие не приостанавливается.

В случае пропуска срока, предусмотренного абзацем первым п. 99 Административного регламента, указанный срок по ходатайству лица, подающего жалобу, может быть восстановлен руководителем органа ГПН, в котором рассматривается жалоба, о чем делается отметка на поступившей жалобе в виде соответствующей резолюции (либо ходатайство отклоняется соответствующей резолюцией). Об отклонении ходатайства о восстановлении срока обжалования уведомляется заинтересованное лицо в ответе на жалобу.

Основанием для начала процедуры досудебного (внесудебного) обжалования решения или действия (бездействия) должностного лица органа ГПН является поступление в орган ГПН жалобы заинтересованного лица, изложенной в письменной или электронной форме, о его несогласии с решением и действием (бездействием) должностного лица органа ГПН, принятым или осуществленным по результатам проверки.

Заинтересованное лицо имеет право на получение информации о документах, необходимых для обоснования и рассмотрения жалобы.

**Жалоба заинтересованного лица может быть направлена:**

руководителю органа ГПН, выдавшего распоряжение о проведении проверки, на решение или действие (бездействие) его подчиненных;

руководителю вышестоящего органа ГПН на решение или действие (бездействие) любых должностных лиц нижестоящего органа ГПН.

Жалоба, поступившая в орган ГПН, подлежит обязательной регистрации в течение трех дней с момента поступления.

Жалоба рассматривается органом ГПН, должностным лицом, наделенным полномочиями по рассмотрению жалоб, в течение пятнадцати рабочих дней со дня ее регистрации.

**По результатам рассмотрения жалобы на решение или действие (бездействие), принятое или осуществленное в ходе проверки, должностное лицо органа ГПН, рассматривавшего жалобу:**

признает обжалуемые решение или действие (бездействие) должностного лица правомерными;

признает обжалуемые решение или действие (бездействие) должностного лица неправомерным и определяет меры, которые должны быть приняты с целью устранения допущенных нарушений.

Не допускается сокращение обжалуемых в предписании об устранении нарушений или по устранению несоответствия сроков устранения и (или) иное ухудшение положения лица, направившего жалобу или лица, в отношении которого было принято обжалуемое решение, предпринято обжалуемое действие (бездействие) должностного лица.

**Заинтересованное лицо, направляющее жалобу на действия (бездействие) и решения должностных лиц органа ГПН, в обязательном порядке указывает в своей жалобе:**

наименование государственного органа, в который направляется жалоба;

фамилию, инициалы должностного лица органа ГПН, которому подается жалоба;

свою фамилию, имя, отчество (последнее – при наличии);

почтовый адрес, по которому должен быть направлен ответ, уведомление о переадресации обращения;

суть жалобы.

Ставит личную подпись и указывает дату.

В случае необходимости в подтверждение своих доводов заинтересованное лицо может прилагать к письменной жалобе документы и материалы либо их копии.

В случае, если в письменной жалобе не указаны фамилия заявителя и (или) почтовый адрес, по которому должен быть направлен ответ, ответ на жалобу не дается.

В случае, если текст жалобы не поддается прочтению, ответ на жалобу не дается, о чем сообщается заинтересованному лицу, если его фамилия и почтовый адрес поддаются прочтению. При получении письменной жалобы, в которой содержатся нецензурные либо оскорбительные выражения, угрозы жизни, здоровью, имуществу должностных лиц органа ГПН, а также членов их семей, орган ГПН вправе

оставить жалобу без ответа по существу поставленных в нем вопросов и сообщить заинтересованному лицу, направившему жалобу, о недопустимости злоупотребления правом.

В случае, если в жалобе заинтересованного лица содержится вопрос, на который ему многократно давались письменные ответы по существу в связи с ранее направляемыми жалобами, и при этом в жалобе не приводятся новые доводы или обстоятельства, начальник (заместитель начальника) органа ГПН или уполномоченное должностное лицо органа ГПН вправе принять решение о безосновательности очередной жалобы и прекращении переписки с заинтересованным лицом по данному вопросу при условии, что указанная жалоба и ранее направляемые жалобы направлялись в один и тот же орган ГПН. О данном решении уведомляется заинтересованное лицо, направившее жалобу.

#### **Органы ГПН и должностные лица органов ГПН:**

обеспечивают объективное, всестороннее и своевременное рассмотрение жалобы, в случае необходимости – с участием заинтересованного лица, направившего жалобу, или его законного представителя;

вправе запрашивать необходимые для рассмотрения жалобы документы и материалы в других государственных органах, органах местного самоуправления и у иных должностных лиц, за исключением судов, органов дознания и органов предварительного следствия;

по результатам рассмотрения жалобы принимают меры, направленные на восстановление или защиту нарушенных прав, свобод и законных интересов заинтересованного лица, дают письменный ответ по существу поставленных в жалобе вопросов.

Ответ на жалобу подписывается начальником (заместителем начальника) органа ГПН или уполномоченным на то должностным лицом органа ГПН и направляется по почтовому адресу, указанному в жалобе.

Обжалование решений по результатам рассмотрения дел об административных правонарушениях осуществляется в порядке, предусмотренном Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях.

#### **Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Федеральный закон Российской Федерации от 2 мая 2006 г. № 59-ФЗ «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации».
2. Федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2010 г. № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг»;

3. Приказ МЧС России от 24 июля 2006 г. № 418 «Об утверждении Регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».
4. Приказ МЧС России от 27 сентября 2011 г. № 540 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий предоставления государственной услуги по приему граждан, обеспечению своевременного и полного рассмотрения устных и письменных обращений граждан, принятию по ним решений и направлению ответов заявителям в установленный законодательством Российской Федерации срок».
5. Приказ МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности».

## **Тема 5. Организация и осуществление пожарно-профилактической работы на объектах и в населенных пунктах**

### **Лекция1. Организация пожарно-профилактической работы**

*Вопросы лекции:*

1. Пожарно-профилактическая работа. Организация пожарно-профилактической работы на объекте.
2. Деятельность администрации объекта по обеспечению пожарной безопасности.

#### **Вопрос № 1. Пожарно-профилактическая работа. Организация пожарно-профилактической работы на объекте**

**Пожарно-профилактическая работа** – это деятельность, направленная на предупреждение пожаров на объектах, в населенных пунктах и создание условий для их успешного тушения.

**Целью** пожарно-профилактической работы является поддержание высокого уровня пожарной безопасности в городах, населенных пунктах, местах концентрации материальных ценностей и на объектах хозяйствующих субъектов путем приведения их в образцовое противопожарное состояние.

**Основными задачами** профилактической работы являются:

- разработка и осуществление мероприятий, направленных на устранение причин, которые могут вызвать возникновение пожаров;
- ограничение распространения возможных пожаров и создание условий для успешной эвакуации людей и имущества в случае пожара;
- обеспечение своевременного обнаружения возникшего пожара, быстрого вызова пожарной охраны и успешного тушения пожара.

**Основной метод профилактической работы** – устранение выявленных в ходе проверки недочетов на месте, а при отсутствии такой возможности – в кратчайший срок.

**Пожарно-профилактическая работа на объектах и в населенных пунктах проводится по следующим направлениям:**

1. организация и осуществление наблюдения за противопожарным состоянием;
2. разработка и участие в реализации мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

**Пожарно-профилактическая работа на объектах включает:**

периодические проверки состояния пожарной безопасности объекта в целом и его отдельных участков, а также обеспечение контроля над своевременным выполнением предложенных мероприятий;



проведение проверок противопожарного состояния объекта представителями органов Государственного пожарного надзора (сотрудниками подразделения пожарной охраны по охране объекта) с вручением предписаний об устранении выявленных нарушений требований пожарной безопасности (предложений ФПС), установление действенного контроля над выполнением предписаний и приказов, изданных по ним;

постоянный контроль над проведением пожароопасных работ, выполнением противопожарных требований на объекте и переоборудования цехов, установок, мастерских, складов и других помещений;

проведение бесед-инструктажей и специальных занятий с рабочими и служащими объекта по вопросам пожарной безопасности (а также с временными рабочими других предприятий и организаций, прибывших на объект) и других мероприятий по противопожарной пропаганде и агитации;

проверку исправности и правильного содержания стационарных автоматических и первичных средств пожаротушения, противопожарного водоснабжения и систем извещения о пожарах;

подготовку личного состава добровольных пожарных дружин и боевых расчетов для проведения профилактической работы и тушения пожаров и загораний;

установку в цехах, мастерских, складах и на отдельных агрегатах систем пожарной автоматики.

**На объектах с массовым пребыванием людей** (объекты на которых одновременно находится 50 и более человек – производственные объекты, больницы, школы, школы-интернаты, детские сады, ясли, культурно-зрелищные и другие учреждения), в рамках пожарно-профилактической работы проводят большой комплекс организационных и практических мероприятий, в том числе:

принятие ведомственных правил пожарной безопасности, обязательных для выполнения всеми работниками подведомственных учреждений;

проведение противопожарного инструктажа и пожарно-технического минимума с обслуживающим персоналом школ, детских учреждений, больниц, кинотеатров и других объектов;

создание боеспособных ДПД из обслуживающего персонала учреждений, а также разработка планов (схем) эвакуации людей в случае пожара, предусматривается система (установка) оповещения людей о пожаре;

контроль за противопожарным состоянием объектов с массовым пребыванием людей со стороны министерств и ведомств (издание приказов, проведение противопожарных смотров, совещаний и т.п.);

осуществление организаторской и надзорной деятельности со стороны органов государственного пожарного надзора (проведение мероприятий по надзору, разработка и выпуск инструктивных и агитационных материалов о соблюдении противопожарного режима, оказание помощи руководителям в проведении противопожарного инструктажа и др.).

Органы ГПН должны добиваться того, чтобы каждый работник объекта с массовым пребыванием людей знал и строго соблюдал противопожарный режим и выполнял требования пожарной безопасности.

Для согласованных действий обслуживающего персонала при возникновении пожара в школах, больницах, кинотеатрах, клубах и других учреждениях с массовым пребыванием людей должна быть разработана инструкция, определяющая действия персонала по обеспечению безопасности и быстрой эвакуации людей, по которой не реже одного раза в месяц должны проводиться практические тренировки всех задействованных при эвакуации работников. Инструкция предусматривает обязанности и порядок действий обслуживающего персонала при пожаре: действия по тушению пожара, действия по эвакуации людей, действия по эвакуации материальных ценностей.

Для объектов с ночным пребыванием людей (детские сады, школы-интернаты, больницы и т.п.) в инструкции должны предусматриваться два варианта действий: в дневное и в ночное время.

Пожарная безопасность промышленных предприятий достигается путем повышения ответственности должностных лиц за выполнение установленных правил, осуществления мероприятий капитального характера и внедрения систем автоматической пожарной защиты, повышения боеспособности подразделений пожарной охраны по охране объектов и добровольных пожарных дружин, упорядочения огневых работ, обязательного проведения противопожарного инструктажа рабочих и служащих, привлечения инженерно-технических работников к разработке мероприятий пожарной безопасности в технологических процессах и т.д.

Пожарно-профилактическая работа на предприятиях проводится органами ГПН, личным составом объектовых (специальных и договорных) пожарных частей, пожарно-техническими комиссиями (далее – ПТК), добровольными пожарными дружинами (далее – ДПД), добровольными пожарными обществами (далее – ДПО), отделами по технике безопасности, а также внештатными инструкторами пожарной профилактики.

**На объектах, где функционируют подразделения пожарной охраны пожарно-профилактическая работа сводится к следующему:**

постоянный контроль за проведением пожароопасных работ, выполнением противопожарных норм и правил на обслуживаемых объектах;

осуществление мероприятий по оборудованию установками и системами пожарной автоматики;

проверка исправности и правильного содержания систем АПЗ и противопожарного водоснабжения;

проведение инструктажей, бесед и специальных занятий с рабочими и служащими объекта по вопросам пожарной безопасности;

проведение проверок объекта органами ГПН с последующим вручением предписаний об устранении выявленных нарушений требований пожарной безопасности (предложений ФПС), контроль за их выполнением.

**Пожарно-профилактическая работа в населенных пунктах сводится к целому комплексу пожарно-профилактических мер:**

широкое применение в строительстве огнестойких строительных материалов, упорядочении застройки сельских населенных пунктов;

своевременное осуществление предупредительных мер в пожароопасный период;

приспособление и использование для тушения пожаров сельскохозяйственной техники;

обучения населения мерам пожарной безопасности.

В условиях сельской местности актуальными являются вопросы повышения уровня пожарной безопасности объектов агропромышленного комплекса, укрепление добровольной пожарной охраны на селе, сокращение материальных потерь от огня в сфере сельскохозяйственного производства.

Поэтому в деле обеспечения пожарной безопасности объектов в районах сельской местности большое значение имеют следующие мероприятия:

организация и развитие добровольных пожарных формирований;

устройство молниезащиты;

устройство пожарных водоемов;

организация и проведение противопожарных смотров;

подготовка сельскохозяйственных и других объектов к весенне-летнему и осенне-зимнему пожароопасным периодам и т.д.

Важным подготовительным мероприятием, характерным и для сельской местности, является подготовка к весенне-летнему периоду, которая заключается в проверке противопожарного состояния зданий, помещений и площадок, где будут размещены дети на летний оздоровительный период.

При подготовке к осенне-зимнему пожароопасному периоду года органы ГПН осуществляют основные мероприятия, обеспечивающие пожарную безопасность сельскохозяйственных и других объектов, а именно:

проверка противопожарного состояния школ и других учебных заведений;

проверка состояния приборов отопления в больницах, зрелищных и детских учреждениях, в производственных и других зданиях;

проведение инструктажа истопников, кочегаров, сторожей, обслуживающего персонала детских учреждений и других объектов о мерах пожарной безопасности при эксплуатации отопительных приборов;

подготовка водоисточников к эксплуатации в зимних условиях;

организация и проведение семинаров (занятий) с начальниками ДПД, водителями и мотористами;

проведение массово-разъяснительной работы среди рабочих и служащих, а также собственников индивидуальных жилых домов о мерах пожарной безопасности.

Большую пользу в улучшении пожарной безопасности сельской местности приносят общественные смотры на лучшее противопожарное состояние района, колхоза, фермерского хозяйства. Эти смотры способствуют организационному укреплению ДПД. Одним из этапов смотров являются соревнования боевых расчетов ДПД, проводимых непосредственно на местах, а затем в масштабе района, области, края.

В ряде сельскохозяйственных организаций организуются ПТК, работа которых сосредотачивается на снижении пожарной опасности используемых в сельскохозяйственном производстве теплопроизводящих и энергетических установок, предупреждении пожаров при производстве и хранении травяной муки и травяной резки, организации изучения пожарно-технического минимума с механизаторами, электриками, электрогазосварщиками и другими категориями работников.

Таким образом, **пожарную безопасность объектов сельского хозяйства и сельских населенных пунктов обеспечивает целый комплекс пожарно-профилактических мер:**

широкое применение в строительстве жилых домов, общественных зданий и сооружений огнестойких строительных материалов и в первую очередь несгораемой кровли, а также упорядочение застройки сельских населенных пунктов, посадка лиственных деревьев в противопожарных разрывах, устройство водоемов и водопроводов;

своевременное осуществление предупредительных мер в соответствии с сезонно-климатическими изменениями (летний пожароопасный период – уборка урожая, зимний – период стойлового содержания скота и ремонта сельскохозяйственных машин);

создание добровольной пожарной охраны и организация ДПД в колхозах и совхозах, фермерских хозяйствах, на ремонтных предприятиях Сельхозтехники, на складах хранения зерна, удобрений и сельхозпродуктов, а также в сельских населенных пунктах;

заблаговременное планирование быстрого сосредоточения сил и средств пожаротушения, имеющихся в колхозах, совхозах и на других предприятиях в сельской местности, для тушения возможных пожаров;

приспособление и использование для тушения пожаров сельскохозяйственных машин; проведение противопожарных инструктажей, обучение жителей сельских населенных пунктов мерам пожарной безопасности по месту жительства;

организация ПТК в агропромышленных предприятиях и осуществление с их помощью противопожарных мероприятий на объектах агропромышленного комплекса;

проведение конкурсов на лучшую команду ДПД и соревнований боевых расчетов этих дружин по пожарно-спасательному спорту и т.д.

Администрация агропромышленных предприятий должна периодически заслушивать должностных лиц (руководителей бригад, отделений, ферм, заведующих мастерскими и складами) и начальника ДПД о мерах, которые они принимают для предупреждения пожаров и сохранения материальных ценностей.

Целый комплекс форм и методов **профилактической работы** успешно применяется в **жилых домах**. Перечислим некоторые из них:

1. плановое проведение проверок жилых домов повышенной этажности, а также домов имеющих повышенную пожарную опасность;

2. проверка противопожарного состояния жилого фонда силами подразделений пожарной охраны, внештатными инструкторами пожарной профилактики;

3. обучение жильцов мерам пожарной безопасности;

4. создание в населенных пунктах, жилищных организациях учебно-консультационных пунктов (комнат, уголков) по пропаганде пожарно-технических знаний.

## **Вопрос № 2. Деятельность администрации объекта по обеспечению пожарной безопасности**

Согласно п. 5 Правил противопожарного режима в Российской Федерации (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390) в целях организации и осуществления работ по предупреждению пожаров на производственных объектах, объектах, на которых может одновременно находиться 50 и более человек, то есть с массовым пребыванием людей, руководитель организации может создавать пожарно-техническую комиссию (далее – ПТК).

ПТК назначаются приказом руководителя объекта из числа его работников. ПТК в своей деятельности руководствуется установленными законодательством требованиями пожарной безопасности, предписаниями органов ГПН, а так же Положением о пожарно-технической комиссии.

В состав комиссии включают инженерно-технических работников (энергетик, технолог, механик, инженер по технике безопасности, специалист по водоснабжению), деятельность которых связана с организацией и проведением технологических процессов, эксплуатацией и обслуживанием электроустановок, систем водоснабжения, связи, производственной автоматики, автоматической противопожарной защиты и т.п., а также руководителей ведомственной или добровольной пожарной охраны и специалистов по пожарной безопасности службы охраны труда, представителей профсоюзов и другие лица по усмотрению руководителя предприятия.

На малых и средних предприятиях, не имеющих собственных технических служб, в состав ПТК могут включаться специалисты сторонних организаций, работающие на предприятии по договору.

На должность председателя ПТК, как правило, назначается главный инженер предприятия, секретаря – специалист по пожарной безопасности службы охраны труда предприятия.

**Основными задачами пожарно-технической комиссии являются:**

выявление пожароопасных нарушений и недочетов в технологических процессах производства, в работе агрегатов, установок, лабораторий, мастерских, на складах, базах и т.п., которые могут привести к возникновению пожара, взрыва или аварии, и разработка мероприятий, направленных на устранение этих нарушений и недочетов;

содействие пожарной охране предприятий в организации, и проведении пожарно-профилактической работы и установлении строгого противопожарного режима в производственных цехах, складах, административных зданиях и жилых помещениях;

организация рационализаторской и изобретательской работы по вопросам пожарной безопасности;

проведение массово-разъяснительной работы среди рабочих, служащих и инженерно-технических работников по вопросам соблюдения мер пожарной безопасности и правил противопожарного режима.

Основными особенностями деятельности ПТК в современных условиях являются защищенная законодательством возможность осуществлять предпринимательскую деятельность на свой риск и разнообразие организационно-правовых форм этой деятельности, определяющих характер имущественной ответственности учредителей. В этой связи возникает проблема оценки пожарных рисков при осуществлении производственной деятельности, которая осложняется высокой динамикой рыночных отношений и необходимостью диверсификации (перепрофилирования) производства с учетом складывающейся конъюнктуры. Важную роль в организации пожарно-технических комиссий играет интеграция деятельности служб цеха, учитывающая динамику прогнозируемого пожара и ущерба от него, а

также согласованные возможности служб по снижению пожарных рисков. Такая схема организации ПТК позволяет сократить затраты на противопожарную защиту цеха и предприятия в целом, позволяет перераспределить ресурсы с «пассивной» защиты на «активную», освобождая при этом значительные средства, необходимые для осуществления производственной деятельности. Принимая решение о создании ПТК в структурных подразделениях, руководитель организации обеспечивает деятельность начальника цеха, как лица ответственного за обеспечение пожарной безопасности, в своевременном выполнении требований пожарной безопасности, предписаний, постановлений и иных законных требований государственных инспекторов по пожарному надзору.

На наиболее крупных промышленных предприятиях (металлургических, автомобильно-тракторных) кроме общеобъектовой пожарно-технической комиссии могут быть созданы цеховые пожарно-технические комиссии (далее – ЦПТК). В этом случае общеобъектовая пожарно-техническая комиссия контролирует работу Цеховых комиссий и руководит ими, решает вопросы улучшения противопожарного состояния предприятия в целом и разрабатывает мероприятия по предупреждению пожаров на наиболее пожароопасных участках технологических процессов производства.

ЦПТК организуются во всех производственных цехах предприятия.

Цеховая пожарно-техническая комиссия в своей практической работе решает технические вопросы противопожарной защиты цеха. ЦПТК создаются приказом начальника цеха. Руководство ЦПТК рекомендуется возлагать на заместителя начальника цеха. В ЦПТК, как правило, должны входить руководители и специалисты цеха – энергетик, технолог, механик, инженер по охране труда, специалисты по водоснабжению, строительству, производственной и пожарной автоматике, других служб по усмотрению начальника цеха. В состав комиссии, по согласованию, могут вводиться представители всех имеющихся в цехе общественных организаций. Конкретный состав и обязанности членов ЦПТК определяются в приказе начальника цеха, исходя из штатного расписания цеха.

К мероприятиям, проводимым ЦПТК, в обязательном порядке привлекаются сотрудники пожарной охраны. Фамилии и должности сотрудников пожарной охраны, привлекаемых к мероприятиям ЦПТК, определяет начальник специальной пожарной части охраняющей цех, и направляет сведения о них председателю ЦПТК по его устному или письменному запросу. О времени, месте проведения и повестки заседания ЦПТК, члены комиссии и привлекаемые к участию в заседании сотрудники пожарной охраны, специалисты служб предприятия и сотрудники сторонних организаций, оповещаются телефонограммой не

менее, чем за одни сутки от намеченной даты проведения заседания ЦПТК. **Главной целью создания ЦПТК является координация деятельности по обеспечению пожарной безопасности цеха.**

На малочисленных предприятиях функции ПТК могут возлагаться на службу охраны труда предприятия.

Вся работа пожарно-технических комиссий строится в соответствии с **планами**, составляемыми на **полугодие или год общеобъектовыми** комиссиями и на **квартал или полугодие – цеховыми** комиссиями. Планы утверждаются председателем комиссии. На некоторых предприятиях комиссии разрабатывают **перспективные планы противопожарных мероприятий**, которые увязывают с планами развития объекта.

При текущем планировании комиссиям следует предусматривать мероприятия, вытекающие из **анализа противопожарного состояния объекта, специфики производств**, обязанностей каждого члена комиссии.

Все противопожарные мероприятия, намеченные ПТК к выполнению, оформляются актами, утверждаются руководителем предприятия и подлежат выполнению в установленные сроки.

Повседневный контроль за выполнением противопожарных мероприятий, предложенных комиссией, в подразделениях предприятия возлагается непосредственно на начальника пожарной охраны (ДПД) предприятия или лицо, назначенное ответственным за пожарную безопасность подразделения предприятия.

При проведении проверки противопожарного состояния объекта (цеха) председатель пожарно-технической комиссии представляет документы по обеспечению пожарной безопасности, которые должны находиться на объекте (в цехе). К их числу относятся:

**Нормативные и руководящие документы:**

1) Федеральный закон Российской Федерации «О пожарной безопасности».

2) Каталог пожаробезопасной тары для работы с ЛВЖ и ГЖ, применяемой на предприятия.

3) Действующие общезаводские правила, положения, инструкции по пожарной безопасности.

**Документация по пожарной безопасности в цехах основного и вспомогательного производства:**

1) Приказ по обеспечению пожарной безопасности на предприятии на текущий год.

2) Приказ(ы) по обеспечению пожарной безопасности цеха на текущий год. Приказ(ы) издается или пересматривается до 01.02. текущего года. В приказе(ах) назначают должностных лиц, которые по занимаемой должности или по характеру выполняемых работ в силу действующих нормативных правовых актов должны соблюдать соответствующие меры



пожарной безопасности или обеспечивать их соблюдение на определенных участках работ, а именно:

лиц, ответственных за обеспечение соблюдения мер пожарной безопасности в структурном подразделении цеха, на территории цеха;

лиц, ответственных за соблюдение противопожарного режима подчиненным персоналом, за сохранность и готовность к действию первичных средств пожаротушения в помещениях цеха;

лиц, ответственных за учет и своевременное направление на перезарядку огнетушителей;

лиц, ответственных за проведение занятий по программам пожарно-технического минимума, инструктажам по пожарной безопасности;

лиц, ответственных за эксплуатацию бытовых электронагревательных приборов;

лиц, ответственных за получение, хранение и работу с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями;

лиц, ответственных за проверку противопожарного состояния помещений перед их закрытием;

лиц, ответственных за пожарную безопасность электроустановок;

лиц, ответственных за эксплуатацию систем (установок) пожарной автоматики зданий, сооружений, наружных установок;

лиц, ответственных за организацию работ по техническому обслуживанию и планово-предупредительному ремонту систем (установок) пожарной автоматики зданий, сооружений, наружных установок – при проведении работ сторонней организацией.

3) Акт проверки противопожарного состояния;

4) План мероприятий по выполнению Акта ЦПТК;

5) Годовой план работы цеховой ПТК;

6) Протокол заседания пожарно-технической комиссии;

7) Целевая программа (перспективный план) по обеспечению пожарной безопасности в цехе;

8) Тематический план по рационализации и изобретательству по противопожарной тематике цеха на период;

9) Протокол проверки знаний;

10) Копия заявки на противопожарную технику, оборудования;

11) Отчет о проделанной работе по обеспечению пожарной безопасности за год.

12) Заявка на включение в список на обучение руководителей и специалистов цеха по «Программе пожарно-технического минимума для руководителей, главных специалистов, специалистов, осуществляющих руководство лицензируемыми видами деятельности в области пожарной безопасности, лиц, ответственных за обеспечение пожарной безопасности и (или) обучение мерам пожарной безопасности на предприятии, председателей цеховых пожарно-технических комиссий»;

13) График проведения занятий по программам пожарно-технического минимума с лицами:

выполняющими огневые работы;  
ответственными за хранение веществ и материалов (кроме легковоспламеняющихся и горючих жидкостей);  
монтирующими и обслуживающими электроустановки;  
занятыми хранением, транспортировкой и работами с применением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;  
с работниками взрывопожароопасных участков;  
эксплуатирующими автоматические установки пожарной защиты;  
эксплуатирующими заполнения проемов в противопожарных преградах.

14) Перечень мест хранения ЛВЖ и ГЖ с указанием норм хранения.

15) Перечень мест для курения.

16) Комплект действующих цеховых инструкций по пожарной безопасности.

17) Предписания органов государственного пожарного надзора.

18) Перечень помещений и наружных установок с указанием категорий, в соответствии с НПБ 105-2003.

19) Мероприятия на весенне-летний пожароопасный период.

20) Мероприятия на осенне-зимний пожароопасный период.

21) Перечень постоянных мест проведения огневых работ.

22) Сообщение о срабатывании (отказе) установки пожарной автоматики.

23) Акт об отказе установки пожарной автоматики.

24) Перечень помещений, участков, установок; где запрещено проведение огневых работ или разрешено их проведение при полной остановке технологического процесса и выполнении специальных мероприятий, гарантирующих пожарную безопасность.

25) Перечень мест временного хранения горючих твердых бытовых отходов и график их вывоза.

Порядок и место хранения документов осуществляется в соответствии с порядком, установленным на предприятии.

Результаты **проверок противопожарного состояния** оформляются **актом**, который согласно Положению о пожарно-технических комиссиях **утверждается руководителем предприятия, а акт по проверке цеховой комиссией - начальником цеха.**

**Акт ПТК является юридическим документом, обязательным для всех руководителей структурных подразделений и других должностных лиц предприятия.** Наличие акта ПТК является юридическим основанием для принятия решения руководителем предприятия о привлечении к ответственности правонарушителей или о выделении дополнительных

финансовых средств для устранения нарушений противопожарного режима на объекте.

Результаты смотров-конкурсов противопожарного состояния цехов, складов, жилых домов предприятия и боеготовности пожарной охраны и добровольных пожарных дружин оформляются **актом (протоколом)**, который утверждается руководителем предприятия.

**По результатам проверки противопожарного состояния и осмотра-конкурса** может быть издан **приказ** руководителя объекта, которым утверждается акт комиссии, определяются пути и способы устранения выявленных нарушений. **В приказе** следует обратить внимание руководителей структурных подразделений и технических служб на характерные нарушения противопожарного режима.

Также в приказах следует отмечать руководителей, добившихся положительных результатов в поддержании надлежащего противопожарного режима, так и должностных лиц, не обеспечивающих выполнение требований пожарной безопасности или допустивших рост нарушений противопожарного режима.

**В приказе обязательно указывается**, на кого возлагается контроль за выполнением, но не в коем случае это не должно быть возложено на начальника подразделения ГПС, поскольку он не является должностным лицом предприятия.

**ПТК предприятий** в ходе своей деятельности организуют и **проводят заседания**, на которых заслушивают членов комиссии о выполнении плана работы, руководителей подразделений о противопожарном состоянии их подразделений, а также другие вопросы пожарной безопасности объекта. **Заседания рекомендуется проводить не реже 1 раза в квартал. По каждому заседанию ПТК оформляется протокол и принимается (выносятся) решение, которое высылается исполнителям.**

И так документами, оформляемыми в процессе и по результатам деятельности ПТК являются:

1. План работы:  
*на полугодие или год* – общеобъектовые ПТК;  
*квартал или полугодие* – цеховые ПТК.
2. Акт проверки противопожарного состояния объекта (цеха, участка);
3. Акт пожарно-технической комиссии по проверке причины пожара;
4. Приказ руководителя объекта об организации и проведении осмотра-конкурса на лучшее противопожарное состояние структурных подразделений;
5. Протокол (акт) подведения итогов осмотра-конкурса на лучшее противопожарное состояние цехов, складов;

6. Приказ руководителя объекта о результатах проведения смотроконкурса на лучшее противопожарное состояние структурных подразделений;
7. План противопожарных мероприятий по выполнению мероприятий, предусмотренных предписанием ГПН;
8. Протокол заседания ПТК.

Так же комиссия не менее 1 раза в год должна отчитываться о своей работе на общих собраниях (конференциях) трудового коллектива, это может осуществляться совместно с комиссией по охране труда.

В случае привлечения к проверкам противопожарного состояния, проведению обучения или противопожарным мероприятиям члены ПТК могут освобождаться от основной работы с сохранением за ними среднего месячного заработка. Это должно быть отражено в коллективном договоре.

За добросовестное выполнение возложенных обязанностей, непосредственный вклад в улучшение противопожарного состояния предприятия членам ПТК могут предоставляться материальные и моральные поощрения, применяемые на предприятии.

Учитывая то, что из года в год усложняются технологические процессы производств, разработка новых пожарно-профилактических мер идет по пути привлечения инженеров узкой специальности, поэтому для более технически грамотного и оперативного решения возникающих вопросов пожарной безопасности общеобъектовыми ПТК создаются специализированные (отраслевые) секции. Например, *технологическая; энергетическая; механическая; техники и пожарной безопасности и др.*

Каждую секцию возглавляет ответственный работник завода (главный технолог, главный энергетик и т.д.), который занимается вопросами обеспечения пожарной техникой, следит за соблюдением требований пожарной безопасности.

**В целях реализации задач, поставленных перед ПТК, члены комиссии наделены правами:**

в любое время суток беспрепятственно осматривать производственные, служебные и бытовые помещения предприятия, знакомиться с документами по пожарной безопасности.

проверять противопожарный режим в подразделениях предприятия и предъявлять должностным лицам и ответственным за пожарную безопасность обязательные для исполнения акты об устранении выявленных нарушений требований пожарной безопасности.

запрещать эксплуатацию машин, оборудования и производство работ в цехах, на участках, рабочих местах при выявлении нарушений инструкций о мерах пожарной безопасности, которые могут привести к пожару, с уведомлением об этом руководителей подразделения и предприятия.

привлекать по согласованию с руководителем предприятия и руководителями подразделений соответствующих специалистов к проверке состояния пожарной безопасности.

запрашивать и получать от руководителей подразделений материалы по вопросам пожарной безопасности, требовать письменные объяснения от лиц, допустивших нарушения противопожарного режима.

требовать от руководителей подразделений отстранения от работы лиц, не прошедших в установленном порядке инструктаж по пожарной безопасности, обучение и проверку знаний в системе пожарно-технического минимума или грубо нарушивших правила, нормы и инструкции и мерах пожарной безопасности.

представлять руководителю предприятия и его подразделений предложения о поощрении отдельных работников за активную работу по созданию пожаробезопасных условий труда, а также о привлечении к ответственности виновных в нарушении требований пожарной безопасности.

представительствовать по поручению руководства предприятия в государственных и общественных организациях при обсуждении вопросов пожарной безопасности.

Для улучшения работы ПТК в целом между секциями и членами комиссии существует четкое распределение обязанностей, которые объединены в функции и присущи только определенной секции.

**Функциями секций по снижению пожарной опасности технологических процессов производства являются:**

**1. Секция главного технолога:**

разрабатывает и осуществляет мероприятия, направленные на снижение пожарной опасности технологических процессов производства и производственного оборудования;

следит за исправностью автоматики технологического контроля;

организует рационализаторскую и изобретательскую работу в области пожарной безопасности.

**2. Секция главного энергетика:**

разрабатывает и осуществляет мероприятия, связанные с обеспечением пожарной безопасности электрических сетей и установок;

улучшает состояние связи, водоснабжения и охранно-пожарной сигнализации, автоматических и стационарных установок пожаротушения и контроль за их техническим состоянием.

**3. Секция начальника отдела капитального строительства:**

осуществляет контроль за соблюдением противопожарных требований строительных норм и правил при строительстве, реконструкции и расширении производственных и вспомогательных зданий и сооружений.

#### **4. Секция противопожарной пропаганды и агитационно-массовой работы:**

проводит пожарно-технический минимум с рабочими, занятыми на пожароопасных операциях;

разрабатывает и осуществляет мероприятия по обучению рабочих и служащих мерам пожарной безопасности;

контролирует выступления в заводских газетах, по заводскому радио;

организует и проводит лекции, беседы, конференции;

организует смотры-конкурсы за образцовое противопожарное состояние, соревнования команд ДПД и т.д.

**Основной метод работы ПТК по снижению пожарной опасности технологических процессов производства** – это проведение проверок или осмотр производственных зданий, лабораторий, баз, складов для выявления пожароопасных неисправностей и их устранения.

**ПТК для снижения пожарной опасности технологических процессов производства должна:**

не реже 2-4 раза в год (в зависимости от пожарной опасности предприятия) производить осмотр всех производственных зданий, баз, складов, лабораторий и других служебных помещений предприятия с целью выявления пожароопасных недочетов в технологических процессах производства, агрегатах, складах, лабораториях, электрохозяйстве, отопительных систем, вентиляции и других объектах и установках. Намечать пути и способы устранения выявленных недостатков и устанавливать сроки выполнения необходимых противопожарных мероприятий;

проводить с рабочими, служащими, инженерно-техническими работниками беседы и лекции на противопожарные темы;

ставить вопросы о противопожарном состоянии предприятия на обсуждение профсоюзных организаций и производственных совещаний;

разрабатывать и представлять БРИЗу (бюро рационализации и изобретений) предприятия темы по вопросам пожарной безопасности и способствовать внедрению в жизнь мероприятий, направленных на улучшение противопожарного состояния предприятия;

принимать активное участие в разработке совместно с администрацией инструкций о мерах пожарной безопасности для цехов, складов, лабораторий и других объектов предприятия;

проводить пожарно-технические конференции на предприятии с участием специалистов пожарной охраны, научно-технических работников по вопросам пожарной безопасности как предприятия в целом, так и отдельных его участков, цехов, складов;

проводить общественные смотры противопожарного состояния цехов, складов, жилых домов предприятия и боеготовности пожарной

охраны и добровольных пожарных дружин, а также проверять выполнение противопожарных мероприятий, предложенных Государственным пожарным надзором.

Проводя эту работу **пожарно-технические комиссии** должны поддерживать связь не только с объектовой пожарной охраной, но и с местными (территориальными) органами ГПН.

На пожарно-техническую комиссию также возлагается контроль за выполнением мероприятий, предложенных предписаниями органов ГПН. Но ей не дано право отменять или изменять эти мероприятия и сроки их выполнения. Если, по мнению комиссии, имеется необходимость в отмене мероприятий или изменения срока выполнения его, то она подготавливает соответствующее (письмо) **обоснованное представление** и через руководителя предприятия направляет его в адрес органа ГПН, проводившего проверки, **но не позднее десятидневного срока со дня получения предписания.**

Аналогичным способом поступают в случае необходимости продления срока выполнения того или иного мероприятия, но заблаговременно, чтобы до истечения срока получить на это соответствующий ответ.

Наряду с этим **ПТК** должны в своей работе **предусматривать** организационные мероприятия, такие, как разработка перспективных планов внедрения средств пожарной автоматики, а также, планов замены легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, применяемых в технологических процессах производства, на негорючие технические моющие средства.

Комиссиям следует своевременно проводить мероприятия по подготовке структурных подразделений и предприятия в целом к работе в **зимний и летний периоды года**, осуществлять контроль за регулярностью проведения ежедневных осмотров противопожарного состояния производственных и складских помещений по окончании работы и особенно накануне выходных и праздничных дней.

**Под контролем комиссий должны находиться вопросы** развития и реконструкции наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения и систем производственной вентиляции, а также строительство новых, реконструкция и ремонт существующих внутри объектовых дорог, проездов и подъездов к источникам противопожарного водоснабжения, создание необходимых противопожарных разрывов путем сноса ветхих деревянных строений.

Аналогичные вопросы должны решаться и цеховыми ПТК.

**Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390).
2. Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий РД 153.-34.0-03.301-00 (ВППБ 01-02-95\*).
3. Правила пожарной безопасности для спортивных сооружений (ППБ-0-148-87).
4. Положение о пожарно-технических комиссиях на промышленных предприятиях (утв. Постановлением Совета Министров СССР от 2 марта 1954 г. № 359) // Сборник правил пожарной безопасности. Ч. 4.1 / Сост. В.Ю. Буткевичюс. – М.: Стройиздат, 1981. – С. 37-39.
5. *Собурь С.В.* Московскому предпринимателю о пожарной безопасности: Справочник / под ред. д.т.н. А.Я. Корольченко. – М.: Пожнаука, 2003. – 304 с., ил. – (Библиотека начинающего предпринимателя).
6. *Собурь С.В.* Пожарная безопасность предприятия. Курс пожарно-технического минимума: Учебно-справочное пособие. – 11-е изд. (с изм.). – М.: ПожКнига, 2007. – 496 с., ил.
7. *Корольченко А.Я., Корольченко Д.А.* Основы пожарной безопасности предприятия. Полный курс пожарно-технического минимума: Учебное пособие. – М.: «Пожнаука», 2006. – 314 с., илл.



## Лекция 2. Основы организации и проведения противопожарной пропаганды

*Вопросы лекции:*

1. Противопожарная пропаганда как самостоятельный вид пропаганды.
2. Виды и формы противопожарной пропаганды.

### Вопрос № 1. Противопожарная пропаганда как самостоятельный вид пропаганды

Одним из негативных явлений, вызванных человеческой деятельностью, является проблема пожаров во всем мире. Важнейшую роль в сокращении количества пожаров играет противопожарная пропаганда.

Перед тем как мы рассмотрим, что же представляет собой противопожарная пропаганда, хотелось обратить ваше внимание на то, что **Пропаганда** (от латинского *propaganda* – подлежащая распространению) – распространение политических, философских, научных и других идей в обществе; распространение и углубленное разъяснение каких-либо идей, учения, знаний среди широких масс населения или круга специалистов; целенаправленное, дифференцированное доведение идей и знаний различного уровня и в разной форме до тех или иных слоев населения, с учетом эмоциональной насыщенности, в соответствии с теми или иными установками; в более узком смысле – формирование у масс определенного мировоззрения.

**В систему пропаганды входят следующие компоненты:**

- субъект пропаганды;
- адресат (объект) пропаганды;
- содержание пропаганды (идея);
- цели пропаганды;
- форма пропаганды;
- метод пропаганды;
- средства пропаганды;
- принципы пропаганды.

**Функциями пропагандистской деятельности являются:** информационная; идеологическая; воспитательная; педагогическая; культурно-просветительная.

В свою очередь понятие **«противопожарная пропаганда»** определено в статье 25 Федерального закона «О пожарной безопасности» как, *целенаправленное информирование общества о проблемах и путях*

*обеспечения пожарной безопасности, осуществляемое через средства массовой информации, посредством издания и распространения специальной литературы и рекламной продукции, устройства тематических выставок, смотров, конференций и использования других, не запрещенных законодательством Российской Федерации форм информирования населения.*

**Противопожарная пропаганда** занимает ведущее место в профилактике пожаров. Как самостоятельный вид пропаганды она имеет свой предмет, цель, свои формы, методы, задачи, определенную организацию работы.

Организация противопожарной пропаганды осуществляется постоянно как в повседневной деятельности, так и при различных степенях готовности гражданской обороны и режимах функционирования единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Противопожарная пропаганда в обычном режиме носит **воспитательно-просветительский характер**. Ее задача – *повышение у населения уровня сознательности и убежденности в необходимости соблюдения норм и правил ПБ в повседневной жизни, а также обучение граждан правильным действиям при возникновении пожара.*

**Целью противопожарной пропаганды** – является формирование представления и внедрение в сознание людей реальности существования проблемы пожаров, формирование общественного мнения и психологических установок на личную и коллективную ответственность за обеспечение пожарной безопасности личности, имущества, общества и государства.

Но противопожарная пропаганда направлена не только на то, чтобы заставить людей соблюдать правила, они специфическими, присущими им средствами должны подводить человека к сознанию необходимости безопасного поведения. В связи с этим цель противопожарной пропаганды конкретизируется **системой задач**, среди которых:

воспитание у населения чувства ответственности за сохранение человеческих жизней, материальных и духовных ценностей, окружающей среды от огня;

воспитание у людей грамотного, с точки зрения обеспечения пожарной безопасности, отношения к предметам и явлениям окружающего мира;

информация населения о случаях пожаров и их последствиях, о мерах по предотвращению пожаров и правильных действиях в случае их возникновения;

популяризация деятельности работников пожарной охраны и добровольных пожарных организаций;

повышение престижа пожарной охраны и создание по отношению к ней позитивного общественного мнения;

освещение передового опыта и научно-технических достижений в области предупреждения и тушения пожаров.

*Необходимо отметить, что в целях формирования культуры безопасности жизнедеятельности среди населения и доведения до широкой общественности информации о работе спасателей и пожарных, о примерах мужества и героизма сотрудников МЧС России и населения в условиях чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий в соответствии с приказом МЧС России от 10 сентября 2013 г. № 599 организовано проведение Конкурса на лучший видеоматериал по тематике спасения и безопасности людей (далее – Конкурс).*

*Задачами Конкурса являются:*

*популяризация культуры безопасности жизнедеятельности среди населения, направленная на снижение количества чрезвычайных ситуаций и пожаров;*

*доведение до широкой общественности информации о работе спасателей и пожарных, о примерах мужества и героизма в условиях чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий на безвозмездной основе через средства массовой информации и интернет-ресурсы;*

*привлечение населения к участию в добровольных движениях, в том числе в добровольной пожарной охране;*

*воспитание у подрастающего поколения патриотизма и мужества на современных примерах героизма и др.*

**Основные организационно-методические принципы противопожарной пропаганды:**

планирование и координация мероприятий по противопожарной пропаганде на всех уровнях;

комплексный характер мероприятий по противопожарной пропаганде;

дифференцированный подход к различным социально-демографическим группам населения;

использование в противопожарной пропаганде социально-психологических факторов;

соответствие содержания пропагандистского сообщения выбранной форме.

**В соответствии с действующим законодательством противопожарную пропаганду проводят:**

органы государственной власти;

органы местного самоуправления;

пожарная охрана;

организации.

**Органы государственной власти субъекта РФ** осуществляют противопожарную пропаганду посредством:

методического обеспечения деятельности в области противопожарной пропаганды;

проведения учебно-методических занятий, семинаров и конференций;

разработки и издания средств наглядной агитации, печатных материалов и рекламной продукции;

организации тематических выставок, смотров, конкурсов;

привлечения средств массовой информации и др.

**Органы местного самоуправления** осуществляют противопожарную пропаганду посредством:

изготовления и распространения среди населения печатных материалов (листочки, брошюры, памятки, буклеты), средств наглядной агитации (плакаты, стенные газеты и др.);

размещения в жилищно-эксплуатационных участках, объектах муниципальной собственности уголков (информационных стендов) пожарной безопасности;

изготовление и установка в местах с массовым пребыванием людей стендов и щитов на противопожарную тематику;

организации выставок, конкурсов, соревнований на противопожарную тематику;

привлечения средств массовой информации и др.

**Организациями независимо от форм собственности** противопожарная пропаганда осуществляется посредством:

изготовления и распространения среди работников памяток и листовок о мерах пожарной безопасности; средств наглядной агитации;

организации смотров, конкурсов, соревнований по противопожарной тематике;

привлечения ведомственных средств массовой информации;

размещения в помещениях и на территории организации уголков (информационных стендов) пожарной безопасности и др.

Противопожарная пропаганда на территории субъекта Российской Федерации проводится *при активном участии общественных объединений*, осуществляющими свою деятельность в области защиты и спасения людей. К их числу относятся: Всероссийское детско-юношеское общественное движение «Школа безопасности», Международная ассоциация молодежных организаций спасателей-пожарных, Всероссийское общественное детско-юношеское движение «Юный пожарный», Всероссийское добровольное пожарное общество (ВДПО).

**Всероссийское детско-юношеское общественное движение «Школа безопасности»** основано в 1994 году при содействии МЧС России. В настоящее время его региональные отделения функционируют в

62 субъектах Российской Федерации. Движение объединяет филиалы «Юный спасатель», «Юный пожарный», «Юный водник», координирующие подготовку детей в области защиты от чрезвычайных ситуаций, пожарной безопасности и безопасности на воде.

В рамках Движения ежегодно на муниципальном, региональном, межрегиональном и всероссийском уровнях проходят соревнования «Школа безопасности» и полевые лагеря «Юный спасатель», которые позволяют охватить широкие слои учащихся, привить им практические навыки безопасного поведения в различных чрезвычайных и опасных ситуациях. В частности, на различных уровнях каждый год организуется и проводится свыше 20 тыс. соревнований и полевых лагерей, в которых принимают участие около 2 млн детей.

**Международная ассоциация молодежных организаций спасателей-пожарных**, созданная 19 сентября 2008 г., объединяет в своих рядах соответствующие организации шести стран (Республика Беларусь, Латвия, Литва, Польша, Российская Федерация, Украина), в том числе Всероссийское детско-юношеское общественное движение «Школа безопасности». Ассоциация действует под девизом «За безопасный мир!».

**Всероссийское общественное детско-юношеское движение «Юный пожарный»**. Сокращенное название – Всероссийское движение «Юный пожарный» или ВДЮП.

Движение осуществляет свою деятельность во взаимодействии с МЧС России, Министерством здравоохранения и социального развития РФ, Министерством культуры и массовых коммуникаций РФ, Министерством образования и науки РФ, Федеральным агентством по физической культуре и спорту, Государственным комитетом Российской Федерации по делам молодежи и иными юридическими лицами.

**Всероссийское добровольное пожарное общество (ВДПО)** является социально-ориентированной некоммерческой организацией. К ее основным проектам следует отнести:

Ежегодный Всероссийский конкурс детского творчества по противопожарной тематике;

«Слет юных пожарных»;

Всероссийский Фестиваль детско-юношеского творчества по пожарной безопасности;

Всероссийский полевой лагерь «Юный пожарный»;

Всероссийская Олимпиада школьников по ОБЖ и др.

## **Вопрос № 2. Виды и формы противопожарной пропаганды**

Под формой пропаганды понимается организационный процесс доведения информации (пропагандистского сообщения) до адресата (объекта пропагандистского воздействия).

**Существуют следующие формы противопожарной пропаганды:**

конференции, презентации, семинары, сборы с руководящим составом организаций по проблемам пожарной безопасности;

телевизионные и радиопередачи, в том числе с участием специалистов и работников пожарной охраны;

тематические встречи с населением: на сходах граждан, в трудовых коллективах; дни открытых дверей;

спортивно-массовые праздники, соревнования, игры;

тематические викторины, олимпиады, конкурсы с учащейся молодежью;

театрализованные представления, спектакли;

фотопропаганда;

рекламные ролики о мерах пожарной безопасности;

научно-техническая пропаганда (издание специальной литературы, журналов, инструктивно-информационных материалов);

экскурсии на пожарно-технические выставки и др.

В указанных формах могут быть проведены такие виды противопожарной пропаганды как: *устная, печатная, наглядно-изобразительная* и другие.

**К основным видам противопожарной пропаганды относятся:**

**1. Устная противопожарная пропаганда, которая** является важным видом пропаганды и проводится в форме:

индивидуальных (групповых) бесед, докладов, лекций;

обучающих передач по радио, телевидению;

встреч в редакциях теле- радиокompаний;

тематических вечеров, конференций, пресс-конференций, семинаров по проблемам обеспечения пожарной безопасности;

выступления в трудовых коллективах, тематических встреч.

Также к форме устной противопожарной пропаганды относятся сходы населения, на которых также могут быть приняты решения по вопросам обеспечения пожарной безопасности.

Основой устной противопожарной пропаганды является живое слово. Устные формы можно применять немедленно, как только возникает какая-либо проблема. Устная противопожарная пропаганда и агитация в форме лекций, докладов, бесед является традиционной, апробированной и действенной формой разъяснительной и воспитательной работы среди населения, как в трудовых коллективах, так и по месту жительства. Методами устной агитации обязан владеть любой сотрудник ГПС.

Сотрудники органов ГПН в повседневной работе, и особенно при проведении проверки, встречаются со служащими, рабочими предприятий и учреждений. Каждую такую встречу надо рассматривать, как возможность провести беседу о мерах пожарной безопасности. Такие беседы должны быть составным элементом каждой проверки. Построенные на примерах и фактах, на рассказе о случаях самоотверженной и героической борьбы с огнем – такие беседы позволят привлечь внимание слушателей к актуальным вопросам пожарной безопасности.

Очень важно, чтобы при – этом приводились достоверные данные (факты и цифры материального ущерба от огня), разбирались причины пожаров, имевших место в данном населенном пункте, районе, городе, аналогичном объекте.

Примерные тексты выступлений (бесед, докладов) применительно к конкретной аудитории должны быть у каждого государственного инспектора по пожарному надзору.

**Выступление на пожарную тематику должно:**

- 1) Носить живой, активный, злободневный характер.
- 2) Длиться в течение 10-15 минут.
- 3) Быть убедительным и эмоциональным.

Используя формы устной пропаганды следует активнее привлекать ветеранов пожарной охраны, руководителей подразделений ГПС, лекторов добровольных пожарных обществ.

Следующим видом противопожарной пропаганды, который мы с вами рассмотрим, является печатная противопожарная пропаганда.

**2. Печатная противопожарная пропаганда** проводится в форме:

публикации статей и заметок в периодических изданиях (в центральных и региональных печатных средствах массовой информации – газеты, журналы, а также в ведомственных изданиях: журналах «ОБЖ. Основы безопасности жизни», «Основы безопасности жизнедеятельности», «Гражданская защита» и «Пожарное дело», газете «Спасатель МЧС России», информационных бюллетенях и т.д.);

издания сборников научных трудов, материалов научно-практических конференций, документальной и художественной литературы на пожарную тематику (книг, брошюр и т.д.);

разработки и распространения памяток, листовок, инструкций в области пожарной безопасности;

издания и распространения фото продукции, плакатов, открыток, буклетов.

**3. Наглядно-изобразительная противопожарная пропаганда** проводится в форме:

оборудования витрин, стендов, окон сатиры, электронных, электрических и газовых световых установок;

выпуска игрушек, значков, памятных изделий, сувениров;

показа кино-, видеофильмов на противопожарную тематику используя городское, кабельное, объективное телевидение, передвижные видео и киноустановки, киноустановки кинотеатров и объектов. Примером могут служить зарубежные художественные фильмы: «Обратная тяга» (США, 1991 г.), «Пожарные из Лос-Анджелеса» (США, 1996 г.), «Команда 49: Огненная лестница» (США, 2004 г.), а так же ленты отечественного кинематографа: фильм-катастрофа о пожаре в пассажирском поезде – «34-й скорый» (СССР, 1982 г.), фильм о пожаре на иностранном танкере "Гент", находящимся на ремонте в одном из советских портов – «Тревожное воскресенье» (СССР, 1983 г.), мелодрама о герое-пожарном, пожертвовавшем собственной жизнью ради жизни других – «Сашка, любовь моя» (Россия, 2007 г.);

проведения противопожарной рекламы (щитовой, «стеновой», кино-, видео рекламы, рекламы на транспорте);

проведения тематических выставок детского художественного творчества;

использования пожарной тематики на товарах широкого потребления, на упаковке и т.д.

В зависимости от применяемых в противопожарной пропаганде наглядно-изобразительных материалов формы ее воздействия можно классифицировать по следующим признакам, например:

**1) по мобильности:**

- стационарные (световые рекламы, мозаичные и витражные панно, памятники, скульптуры);
- подвижные (печатная продукция, игрушки, сувениры и т.п.).

**2) по месту размещения:**

- наружные (располагаемые вне помещений – баннеры, информационные таблички, стенды, щитовые установки т.д.);
- внутренние (располагаемые внутри помещений – картины, плазменные панели, плакаты и т.д.);

**3) по направлению воздействия:**

- через средства массовой информации (печать, телевидение, кино);
- через пожарно-технические выставки;
- через художественные произведения литературы, искусства, музыки;
- через распространение пожарно-технических знаний.

**4) по назначению:**

- инструктивные;
- агитационные;
- пропагандистские.



**Инструктивные материалы** (листовки, плакаты, инструкции) предназначены в основном для определенного круга людей, главным образом для рабочих и служащих отдельных отраслей.

**Агитационные и пропагандистские материалы** (плакаты, открытки, листовки, буклеты) направлены на более широкий круг людей и преследуют цель разъяснения основных причин пожаров и мер по их предупреждению.

Тип сюжета плаката можно также классифицировать **по способу воплощения идеи**. Выделяются три основных типа сюжета:

- положительный сюжет;
- отрицательный сюжет;
- двойной сюжет.

**Положительный сюжет.** В его основе лежит факт, образ или действие, которые по замыслу автора и в соответствии с социальными нормами должны вызывать положительное отношение зрителя. Упор в таких плакатах делается на общественную и индивидуальную значимость проблемы пожарной безопасности.

Идеи плакатов с положительными сюжетами могут быть следующими: «изучайте пожарную технику», «вступайте в ряды ДЮП», «соблюдение правил пожарной безопасности во время праздника новогодней елки – условие его безопасного проведения».

**Отрицательный сюжет.** Он строится на показе в реалистической или метафорической форме отрицательного факта, неправильного поведения и его последствий. Такие образы воздействуют на зрителя, вызывая у него негативное отношение к нарушениям правил пожарной безопасности, осознание опасных последствий их несоблюдения. Идеи таких плакатов: «вот к чему приводит оставленный без присмотра электроприбор», «вот, что ожидает тех, кто не соблюдает то или иное правило пожарной безопасности».

**Двойной сюжет.** Строится на показе положительных и отрицательных фактов и их последствий. Основная идея выражается в противопоставлении положительного и отрицательного действий. Сюжет характеризуется напряженностью и динамичностью.

Выбор того или иного типа сюжета зависит от темы плакатов и может варьироваться с учетом социально-демографических характеристик предполагаемой аудитории.

**В целях пропаганды пожарного дела в последнее время также широко используется Всемирная электронная сеть Интернет:**

- сайты противопожарной направленности (официальные сайты МЧС России, региональных центров МЧС России и главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации и др.);
- сайты электронных ресурсов средств массовой информации.

Так же воздействие на население может оказать такие актуальные средства информирования населения в области обеспечения пожарной безопасности как современные технические средства массовой информации в местах массового пребывания людей.

### **Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 20 июня 2005 г. № 385 «О федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы».
3. Постановление Правительства Свердловской области от 10 марта 2006 г. № 211-ПП «Об утверждении Положения о порядке проведения органами государственной власти Свердловской области противопожарной пропаганды и организации обучения населения мерам пожарной безопасности в Свердловской области».
4. Приказ МЧС России от 10 сентября 2013 г. № 599 «О подготовке и проведении Конкурса на лучший видеоматериал по тематике спасения и безопасности людей».
5. *Макаркин С.В., Каплан Я.Б., Пустовалова Е.И., Бараковских М.В., Пушкарев А.Г., Кректунов А.А., Тужиков Е.Н.* Информационно-пропагандистская работа в сфере деятельности МЧС России: учебное пособие / под общ. ред. С.В. Макаркина. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. – 162 с.
6. *Кружков А.П., Лазарев А.А., Пуганов М.В., Сидоркин В.А., Шадрунов Р.А.* Организация противопожарной пропаганды органами государственного пожарного надзора: учебное пособие. – Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2011.
7. *Макаркин С.В., Семенов С.В.* Организация обеспечения пожарной безопасности: учебное пособие / под общ. редакцией С.В. Макаркина. – 2-е изд., доп. (перераб.). – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2009. – 216 с.
8. Методические рекомендации для органов государственной власти субъектов Российской Федерации по обучению населения мерам пожарной безопасности. – М.: ВНИИПО, 2012. – 187 с.
9. Методические рекомендации для органов местного самоуправления по обучению населения мерам пожарной безопасности. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2012. – 175 с.
10. Правовые аспекты противопожарной пропаганды и обучения населения мерам пожарной безопасности // Смирнова Т.Н., Матюшин А.В. // Пожарная безопасность. 2011, № 3. – С. 107-111.

11. *Ворошилова Т.А.* и др. Основы противопожарной пропаганды. – М.: Стройиздат, 1984. – 128 с., ил.
12. Государственный пожарный надзор: Учебник для вузов МЧС России / Под общ. ред. канд. соц-их. наук Г.Н. Кириллова. Спб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2006. – 396 с.
13. *Кафидов В.В., Севастьянов В.М.* Пропаганда и реклама в пожарном деле / Под редакцией доктора экономических наук, профессора В.В. Кафидова – Видное., 2001. – 176 с.
14. Современный толковый словарь русского языка \ Гл. ред. С.А. Кузнецов. – Спб.: «Норинт», 2002. – 960 с.

### Лекция 3. Обучение мерам пожарной безопасности

*Вопросы лекции:*

1. Организационные основы обучения мерам пожарной безопасности.
2. Противопожарные инструктажи как форма обучения мерам пожарной безопасности работников организаций.
3. Организация обучения мерам пожарной безопасности по месту жительства и месту учебы.

#### Вопрос № 1. Организационные основы обучения мерам пожарной безопасности

Обучение мерам пожарной безопасности является одной из форм пожарно-профилактической работы.

**Обучение мерам пожарной безопасности** – это процесс формирования знаний, умений и навыков в области пожарной безопасности в системе общего, профессионального, высшего образования, повышения квалификации, в ходе специального обучения правилам пожарной безопасности. Обучение является обязательным и осуществляется *по специальным программам* в организациях, в том числе в образовательных учреждениях, а также по месту жительства.

**Основная цель обучения мерам пожарной безопасности** как образовательной области – стать эффективным средством формирования культуры пожаробезопасного поведения граждан. Достичь этой цели можно в том случае, если в основу обучения будут положены определенные положения, вытекающие из основных закономерностей теории обучения и подтвержденные опытом преподавания в виде специально разработанной системы принципов обучения.

**Принципы обучения** – это основные направляющие положения, возникающие в результате анализа научно-педагогических закономерностей и практического педагогического опыта. Система принципов обучения вооружает обучающего некоторым универсальным алгоритмом деятельности на всех этапах обучения.

**Система принципов обучения состоит из трех блоков.**

Первый блок системы включает в себя **организационные принципы**. Данные принципы направлены на оптимальную организацию деятельности педагога и отношение к учебно-воспитательному процессу. К их числу относятся такие принципы как:

- гуманистической направленности в обучении;
- непрерывности и преемственности в обучении;
- принцип практичности.

Второй блок системы составляют *общедидактические принципы*. Данный блок принципов направлен на достижение грамотного использования учебного материала и организации педагогического общения в учебном процессе. К общедидактическим принципам относятся:

- принцип научности;
- принцип прочности;
- принцип доступности;
- принцип наглядности.

Третий блок системы включает *совокупность принципов учебной деятельности обучающихся*. Принципы данного блока позволяют максимально отразить индивидуальные качества обучаемых в учебном процессе. К принципам учебной деятельности относятся:

- принцип сознательности и активности;
- принцип сочетания индивидуальных и коллективных форм работы;
- принцип ответственности.

**Нормативную правовую основу обучения мерам пожарной безопасности в настоящее время составляют:**

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Положение о Федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 20 июня 2005 г. № 385).
3. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утв. постановлением Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390).
4. Нормы пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» (утв. приказом МЧС России от 12 декабря 2007 г. № 645).

В соответствии с Федеральным законом «О пожарной безопасности» (ст. 18) к полномочиям органов государственной власти субъектов Российской Федерации в области пожарной безопасности относится организация обучения населения мерам пожарной безопасности.

В свою очередь федеральная противопожарная служба осуществляет методическое руководство и контроль деятельности по вопросам обучения населения в области обеспечения пожарной безопасности, а также организации подготовки в установленном порядке должностных лиц органов государственной власти в области пожарной безопасности (п.п. 7 п. 5 Положения о Федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы (далее – Положение). В этой связи ФПС МЧС России в рамках реализации своих основных функций проводит обучение мерам пожарной безопасности (п.п. 11 п. 6 Положения).

Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций, детей, подростков, учащейся молодежи проводится *в целях их обучения основам, пожаробезопасного поведения, соблюдения противопожарного*

*режима на объекте и в быту, умения пользоваться первичными средствами пожаротушения, вызова пожарной помощи и действиям в случае возникновения пожара.*

***Обязательное обучение мерам пожарной безопасности проходят следующие группы населения:***

а) лица, обучающиеся в дошкольных образовательных учреждениях, общеобразовательных учреждениях и учреждениях начального, среднего и высшего профессионального образования;

б) работники организаций;

в) неработающее население;

г) работники органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций, специально уполномоченные решать задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности и включенные в состав органов управления РСЧС;

д) председатели комиссий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций.

Для каждой группы граждан разрабатываются тематические программы. Тематические программы помимо общих требований должны разрабатываться с учетом категории обучаемых, специфики профессиональной деятельности, особенностей исполнения обязанностей по должности и положений отраслевых документов.

***Программы обучения должны содержать информацию по следующим направлениям:***

нормативное правовое обеспечение в области ПБ;

права и обязанности организаций, руководителей и работников в области пожарной безопасности и ответственность за нарушения требований ПБ;

меры по предупреждению пожаров с учетом основных причин их возникновения;

первичные средства тушения пожаров и противопожарный инвентарь;

первоочередные действия при обнаружении загорания и пожара;

вызов пожарной охраны; ликвидация загорания, спасение людей и имущества;

порядок эвакуации; оказание первой помощи пострадавшим при пожаре;

соблюдение правил личной безопасности при пожаре.

***Обучение в области пожарной безопасности предусматривает:***

а) для обучающихся – проведение занятий в учебное время по соответствующим программам в рамках курса «Основы безопасности

жизнедеятельности» и дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», утверждаемым Министерством образования и науки Российской Федерации по согласованию с МЧС России;

б) для работников организаций – обучение по программам пожарно-технического минимума, противопожарного инструктажа с последующим закреплением полученных знаний и навыков на учениях и тренировках;

в) для неработающего населения – проведение противопожарного инструктажа, привлечение на учения и тренировки по месту жительства, а также *самостоятельное изучение* пособий, памяток, листовок и буклетов, прослушивание радиопередач и просмотр телепрограмм по вопросам защиты от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;

г) для работников органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций, специально уполномоченных решать задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности и включенные в состав органов управления РСЧС – повышение квалификации *не реже одного раза в 5 лет*, проведение самостоятельной работы, а также участие в сборах, учениях и тренировках;

д) для председателей комиссий по чрезвычайным ситуациям и обеспечению пожарной безопасности – повышение квалификации *не реже одного раза в 5 лет*, проведение самостоятельной работы, а также участие в сборах, учениях и тренировках.

**К основным формам проведения обучения мерам пожарной безопасности относятся:**

1. Противопожарные инструктажи.
2. Пожарно-технический минимум.
3. Пожарно-технические конференции.
4. Лекции, семинары.
5. Самостоятельное изучение пособий, памяток, листовок и буклетов и др.

Рассмотрим порядок организации и проведения обучения мерам пожарной безопасности с учетом применения обозначенных выше форм.

В соответствии с п. 3 Правил противопожарного режима в Российской Федерации (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме») лица допускаются к работе на объекте только после прохождения обучения мерам пожарной безопасности. Обучение лиц мерам пожарной безопасности осуществляется путем проведения противопожарного инструктажа и прохождения пожарно-технического минимума.

Порядок и сроки проведения противопожарного инструктажа и прохождения пожарно-технического минимума определяются руководителем организации. Обучение мерам пожарной безопасности

осуществляется в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности.

Приказом МЧС России от 12 декабря 2007 г. № 645 утверждены Нормы пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций».

Нормы пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» (далее – Нормы пожарной безопасности) устанавливают требования пожарной безопасности к организации обучения мерам пожарной безопасности работников организаций. Под организацией в Нормах пожарной безопасности понимаются органы государственной власти, органы местного самоуправления, учреждения, организации, крестьянские (фермерские) хозяйства, иные юридические лица независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности.

**Обучение работников мерам пожарной безопасности** проводят во всех организациях независимо от характера и степени пожарной опасности производства при подготовке новых рабочих (вновь принятых рабочих, не имеющих профессии), а также при проведении инструктажей и повышении квалификации.

Обучение проводится администрацией (собственниками) этих организаций в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности по **специальным программам**. Специальные программы разрабатываются и утверждаются администрацией (собственниками) этих организаций.

*К примеру, на территории Свердловской области в соответствии с Положением о порядке проведения органами государственной власти Свердловской области противопожарной пропаганды и организации обучения населения мерам пожарной безопасности в Свердловской области, утвержденном Постановлением Правительства Свердловской области от 10 марта 2006 года № 211-ПП специальные программы обучения, сроки проведения занятий по пожарно-техническому минимуму и проверки знаний, а также перечень категорий работников и персонала, которые в обязательном порядке должны проходить обучение определяются приказом руководителя организации.*

Утверждение специальных программ для организаций, находящихся в ведении федеральных органов исполнительной власти, осуществляется руководителями указанных органов и согласовывается в установленном порядке с федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности. Этим органом в соответствии с действующим законодательством на сегодняшний день является МЧС России.



Согласование специальных программ иных организаций осуществляется территориальными органами государственного пожарного надзора.

Специальные программы составляются для каждой категории обучаемых с учетом специфики профессиональной деятельности, особенностей исполнения обязанностей по должности и положений отраслевых документов.

При подготовке специальных программ особое внимание уделяется практической составляющей обучения: умению пользоваться первичными средствами пожаротушения, действиям при возникновении пожара, правилам эвакуации, помощи пострадавшим.

Ответственность за организацию и своевременность обучения в области пожарной безопасности и проверку знаний правил пожарной безопасности работников организаций несут администрации (собственники) этих организаций, должностные лица организаций, предприниматели без образования юридического лица, а также работники, заключившие трудовой договор с работодателем в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Контроль за организацией обучения мерам пожарной безопасности работников организаций осуществляют органы государственного пожарного надзора.

**Целью обучения** мерам пожарной безопасности работников организаций является обучение основам пожаробезопасного поведения, соблюдения противопожарного режима на объекте и в быту, умения пользоваться первичными средствами пожаротушения, вызова пожарной помощи и действиям в случае возникновения пожара.

**Основными видами** обучения работников организаций мерам пожарной безопасности являются противопожарный инструктаж и изучение минимума пожарно-технических знаний (пожарно-технический минимум или ПТМ).

## **Вопрос № 2. Противопожарные инструктажи как форма обучения мерам пожарной безопасности работников организаций**

**Противопожарный инструктаж** проводится с целью доведения до работников организаций основных требований пожарной безопасности, изучения пожарной опасности технологических процессов производств и оборудования, средств противопожарной защиты, а также их действий в случае возникновения пожара.

Противопожарный инструктаж проводится администрацией (собственником) организации по специальным программам обучения мерам пожарной безопасности работников организаций и в порядке, определяемом администрацией (руководителем) организации.

При проведении противопожарного инструктажа следует учитывать специфику деятельности организации.

**Проведение противопожарного инструктажа включает в себя ознакомление работников организаций с:**

правилами содержания территории, зданий (сооружений) и помещений, в том числе эвакуационных путей, наружного и внутреннего водопровода, систем оповещения о пожаре и управления процессом эвакуации людей;

требованиями пожарной безопасности, исходя из специфики пожарной опасности объекта;

мероприятиями по обеспечению пожарной безопасности при эксплуатации зданий (сооружений), оборудования, производстве пожароопасных работ;

правилами применения открытого огня и проведения огневых работ; обязанностями и действиями работников при пожаре, правилами вызова пожарной охраны, правилами применения средств пожаротушения и установок пожарной автоматики.

**По характеру и времени проведения противопожарный инструктаж подразделяется на:**

- 1) вводный;
- 2) первичный на рабочем месте;
- 3) повторный;
- 4) внеплановый;
- 5) целевой.

Рассмотрим каждый из видов противопожарных инструктажей.

**Вводный** противопожарный инструктаж проводится:

со всеми работниками, вновь принимаемыми на работу, независимо от их образования, стажа работы в профессии (должности);

с сезонными работниками;

командированными в организацию работниками;

обучающимися, прибывшими на производственное обучение или практику;

иными категориями работников (граждан) по решению руководителя.

Вводный противопожарный инструктаж в организации проводится руководителем организации или лицом, ответственным за пожарную безопасность, назначенным приказом (распоряжением) руководителя организации.

Вводный инструктаж проводится в специально оборудованном помещении с использованием наглядных пособий и учебно-методических материалов.

Вводный инструктаж проводится по программе, разработанной с учетом требований стандартов, правил, норм и инструкций по пожарной

безопасности. Программа проведения вводного инструктажа утверждается приказом (распоряжением) руководителя организации. Продолжительность инструктажа устанавливается в соответствии с утвержденной программой.

**Примерными вопросами** вводного противопожарного инструктажа являются:

общие сведения о специфике и особенностях организации по условиям пожаро- и взрывоопасности;

обязанности и ответственность работников за соблюдение требований пожарной безопасности;

ознакомление с противопожарным режимом в организации;

ознакомление с приказами по соблюдению противопожарного режима; с инструкциями по пожарной безопасности; основными причинами пожаров, которые могут быть или были в организации;

общие меры по пожарной профилактике и тушению пожара:

а) для руководителей структурных подразделений, цехов, участков (сроки проверки и испытания гидрантов, зарядки огнетушителей, автоматических средств пожаротушения и сигнализации, ознакомление с программой первичного инструктажа персонала данного цеха, участка, обеспечение личной и коллективной безопасности и др.);

б) для рабочих (действия при загорании или пожаре, сообщение о пожаре в пожарную часть, непосредственному руководителю, приемы и средства тушения загорания или пожара, средства и меры личной и коллективной безопасности).

Вводный противопожарный инструктаж заканчивается практической тренировкой действий при возникновении пожара и проверкой знаний средств пожаротушения и систем противопожарной защиты.

Следующий вид противопожарного инструктажа – **Первичный противопожарный инструктаж.**

**Первичный** противопожарный инструктаж проводится непосредственно на рабочем месте:

со всеми вновь принятыми на работу;

с переводимыми из одного подразделения данной организации в другое;

работниками, выполняющими новую для них работу;

командированными в организацию работниками;

сезонными работниками;

со специалистами строительного профиля, выполняющими строительно-монтажные и иные работы на территории организации;

с обучающимися, прибывшими на производственное обучение или практику.

Проведение первичного противопожарного инструктажа с указанными категориями работников осуществляется лицом,

ответственным за обеспечение пожарной безопасности в каждом структурном подразделении, назначенным приказом (распоряжением) руководителя организации.

Первичный противопожарный инструктаж проводится по программе, разработанной с учетом требований стандартов, правил, норм и инструкций по пожарной безопасности. Программа проведения первичного инструктажа утверждается руководителем структурного подразделения организации или лицом, ответственным за пожарную безопасность структурного подразделения.

**К вопросам проведения первичного противопожарного инструктажа относятся:**

ознакомление по плану эвакуации с местами расположения первичных средств пожаротушения, гидрантов, запасов воды и песка, эвакуационных путей и выходов (с обходом соответствующих помещений и территорий);

условия возникновения горения и пожара (на рабочем месте, в организации);

пожароопасные свойства применяемого сырья, материалов и изготавливаемой продукции;

пожароопасность технологического процесса;

ответственность за соблюдение требований пожарной безопасности;

виды огнетушителей и их применение в зависимости от класса пожара (вида горючего вещества, особенностей оборудования);

требования при тушении электроустановок и производственного оборудования;

поведение и действия инструктируемого при загорании и в условиях пожара, а также при сильном задымлении на путях эвакуации;

способы сообщения о пожаре;

меры личной безопасности при возникновении пожара;

способы оказания доврачебной помощи пострадавшим.

Первичный противопожарный инструктаж проводят с каждым работником индивидуально, с практическим показом и отработкой умений пользоваться первичными средствами пожаротушения, действий при возникновении пожара, правил эвакуации, помощи пострадавшим.

**Повторный противопожарный инструктаж.**

Повторный противопожарный инструктаж проводится лицом, ответственным за пожарную безопасность, назначенным приказом (распоряжением) руководителя организации со всеми работниками, независимо от квалификации, образования, стажа, характера выполняемой работы, **не реже одного раза в год**, а с работниками организаций, имеющих пожароопасное производство, **не реже одного раза в полугодие**.

Повторный противопожарный инструктаж проводится в соответствии с графиком проведения занятий, утвержденным руководителем организации.

Повторный противопожарный инструктаж проводится индивидуально или с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование в пределах общего рабочего места по программе первичного противопожарного инструктажа на рабочем месте.

В ходе повторного противопожарного инструктажа проверяются знания стандартов, правил, норм и инструкций по пожарной безопасности, умение пользоваться первичными средствами пожаротушения, знание путей эвакуации, систем оповещения о пожаре и управления процессом эвакуации людей.

Следующий вид противопожарного инструктажа – **внеплановый противопожарный инструктаж.**

**Внеплановый** противопожарный инструктаж проводится:

при введении в действие новых или изменении ранее разработанных правил, норм, инструкций по пожарной безопасности, иных документов, содержащих требования пожарной безопасности;

при изменении технологического процесса производства, замене или модернизации оборудования, инструментов, исходного сырья, материалов, а также изменении других факторов, влияющих на противопожарное состояние объекта;

при нарушении работниками организации требований пожарной безопасности, которые могли привести или привели к пожару;

для дополнительного изучения мер пожарной безопасности по требованию органов государственного пожарного надзора при выявлении ими недостаточных знаний у работников организации;

при перерывах в работе более чем на 30 календарных дней, а для остальных работ – 60 календарных дней (для работ, к которым предъявляются дополнительные требования пожарной безопасности);

при поступлении информационных материалов об авариях, пожарах, происшедших на аналогичных производствах;

при установлении фактов неудовлетворительного знания работниками организаций требований пожарной безопасности.

Внеплановый противопожарный инструктаж проводится работником, ответственным за обеспечение пожарной безопасности в организации, или непосредственно руководителем работ (мастером, инженером), имеющим необходимую подготовку, индивидуально или с группой работников одной профессии. Объем и содержание внепланового противопожарного инструктажа определяются в каждом конкретном случае в зависимости от причин и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения.

**Целевой противопожарный инструктаж.**

**Целевой** противопожарный инструктаж проводится:  
при выполнении разовых работ, связанных с повышенной пожарной опасностью (сварочные и другие огневые работы);  
ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф;  
производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск, при производстве огневых работ во взрывоопасных производствах;  
проведении экскурсий в организации;  
организации массовых мероприятий с обучающимися;  
подготовке в организации мероприятий с массовым пребыванием людей (заседания коллегии, собрания, конференции, совещания и т.п.), с числом участников более 50 человек.

Целевой противопожарный инструктаж проводится лицом, ответственным за обеспечение пожарной безопасности в организации, или непосредственно руководителем работ (мастером, инженером) и в установленных правилами пожарной безопасности случаях – в наряде-допуске на выполнение работ.

Целевой противопожарный инструктаж по пожарной безопасности завершается проверкой приобретенных работником знаний и навыков пользоваться первичными средствами пожаротушения, действий при возникновении пожара, знаний правил эвакуации, помощи пострадавшим, лицом, проводившим инструктаж.

О проведении вводного, первичного, повторного, внепланового, целевого противопожарного инструктажей делается запись в **журнале учета проведения инструктажей по пожарной безопасности** с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

Сведения о проведении целевого противопожарного инструктажа с работниками, проводящими работы по наряду допуску, разрешению фиксируются так же в наряде-допуске на проведение работ повышенной опасности (п. 4 и 17) или другой документации, разрешающей производство работ.

### **Вопрос № 3. Организация обучения мерам пожарной безопасности по месту жительства и месту учебы**

Для организации обучения мерам пожарной безопасности и работы по пропаганде мер пожарной безопасности на территории муниципального образования руководителем органа местного самоуправления соответствующим муниципальным нормативным актом назначается ответственное должностное лицо, определяется порядок контроля и учета работы, проводимой органами местного самоуправления поселений, городских округов, руководителями организаций, учреждений, учебных и дошкольных заведений независимо от форм собственности.

Должностное лицо органа местного самоуправления, ответственное за организацию обучения мерам пожарной безопасности, проведение противопожарной пропаганды ведет всю необходимую документацию по планированию и учету работы, контролирует ее ведение руководителями органов местного самоуправления поселений, городских округов, организаций.

Органы местного самоуправления являются основными организаторами и исполнителями мероприятий по пропаганде пожарного дела и обучению мерам пожарной безопасности на территории муниципального образования.

Рассмотрим, как организовано обучение населения мерам пожарной безопасности по месту жительства и обучение учащихся высших и средних образовательных учреждений, средних общеобразовательных школ и воспитанников дошкольных учреждений.

#### **I. Обучение населения по месту жительства**

Организация обучения населения по месту жительства – одна из самых сложных задач так, как неработающее население относится к наиболее сложной в плане обучения группе населения. В этой группе условно можно выделить следующие **категории граждан**:

- домохозяйки;
- пенсионеры, люди пожилого возраста;
- инвалиды;
- неблагополучные семьи и граждане.

Обучение по месту жительства проводят, как правило, инструктора пожарной профилактики. Деятельность внештатных инструкторов пожарной профилактики (внештатных инструкторов) посредством издания соответствующих нормативных правовых актов, в том числе путем разработки и утверждения должностных инструкций, другой организационно-учетной документации организуют органы местного самоуправления муниципальных образований, также руководители организаций.

Обучение населения мерам пожарной безопасности по месту жительства могут также проводить сотрудники Федеральной противопожарной службы, работники противопожарной службы субъекта Российской Федерации, работники добровольных пожарных обществ, наиболее подготовленные и активные работники жилищных организаций (техники-смотрители зданий, коменданты и др.), председатели сельских, уличных и домовых комитетов, начальники сельских добровольных пожарных дружин.

**Обучение мерам пожарной безопасности по месту жительства проводят:**

- в сельских (поселковых) администрациях;
- жилищных организациях на учебно-консультационных пунктах;

службах социального обеспечения и занятости;  
непосредственно в жилье.

Обучение мерам пожарной безопасности граждан, проживающих в индивидуальных (частных), многоквартирных жилых домах, общежитиях, гостиницах, в ином жилом фонде, в том числе на дачах и в садовых домиках, проходит в объеме противопожарных инструктажей, а также посредством проведения противопожарной пропаганды (бесед, лекций на противопожарную тематику, распространения памяток, брошюр, типовых инструкций о мерах пожарной безопасности в быту и т.д.).

Правилами и нормами технической эксплуатации жилищного фонда (п. 2.1), утвержденными постановлением Государственного комитета Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой) от 27 сентября 2003 г. № 170 предусмотрено, что один раз в год в ходе весеннего осмотра следует проинструктировать нанимателей, арендаторов и собственников жилых помещений о порядке их содержания и эксплуатации инженерного оборудования и правилах пожарной безопасности.

Например, постановлением Правительства Свердловской области от 10 марта 2006 г. № 211-ПП «Об утверждении Положения о порядке проведения органами государственной власти Свердловской области противопожарной пропаганды и организации обучения населения мерам пожарной безопасности в Свердловской области» определен порядок организации обучения населения мерам пожарной безопасности в Свердловской области.

**Инструктажи с жителями** индивидуальных (частных), многоквартирных жилых домов, общежитий, членами садоводческих товариществ **могут проводиться:**

в ходе проверок, проводимых в рамках мероприятий по надзору за состоянием пожарной безопасности, осуществляемых территориальными органами Государственного пожарного надзора;

в ходе собраний и сельских сходов с населением;

при осуществлении специальных рейдов по жилому сектору, садовым домам, организованным в соответствии с действующим законодательством территориальными органами Государственного пожарного надзора, подразделениями противопожарной службы, органами местного самоуправления муниципальных образований, общественными организациями.

Рассмотрим порядок проведения противопожарных инструктажей по месту жительства.

**Первичный инструктаж** по пожарной безопасности проходят все вновь прибывшие граждане (в том числе иностранные) перед их поселением в гостиницы, кемпинги, общежития, индивидуальные (частные), многоквартирные жилые дома.



**Первичный** инструктаж с жильцами индивидуальных (частных), многоквартирных жилых домов перед их заселением организуют руководители соответствующих жилищно-эксплуатационных участков (организаций) или председатели товариществ собственников жилья.

Противопожарный инструктаж новоселов проводится при выдаче ключей от новых квартир в ЖЭКах, домоуправлениях и других жилищных организациях. Квартиросъемщикам разъясняют основные меры пожарной безопасности в быту и выдаются памятки по этим вопросам. Результаты инструктажа фиксируются в специальном журнале под роспись инструктируемого и инструктирующего.

Первичный инструктаж с членами садоводческих товариществ организуют председатели соответствующих товариществ.

Инструктаж лиц, проживающих в общежитии, независимо от его принадлежности, осуществляет комендант здания или лицо, назначенное руководителем учреждения по принадлежности здания.

**Повторный** инструктаж с жителями индивидуальных (частных), многоквартирных жилых домов, общежитий, членами садоводческих товариществ проводится по мере необходимости по инициативе органов местного самоуправления муниципальных образований, руководителей жилищно-эксплуатационных участков, общежитий, председателей товариществ собственников жилья, садовых товариществ, а также по требованию территориальных органов Государственного пожарного надзора, подразделений Государственной противопожарной службы, но **не реже чем 1 раз в год.**

**Внеплановый противопожарный инструктаж по месту жительства проводится в следующих случаях:**

неблагоприятная обстановка с пожарами или гибель людей при пожарах на территории населенного пункта (муниципального образования);

нарушение или изменение противопожарного режима на территории населенного пункта или муниципального образования;

изменение нормативно-правовых требований в области пожарной безопасности;

по требованию противопожарной службы, иных лиц, уполномоченных на осуществление пожарной профилактики.

**Целевые** инструктажи с жителями индивидуальных (частных), многоквартирных жилых домов проводятся по мере необходимости с учетом обстановки с пожарами на территории муниципального образования. Организация таких инструктажей осуществляется по инициативе:

территориального органа Государственного пожарного надзора;

территориального подразделения противопожарной службы;

администрации муниципального образования;

сельской (поселковой) администрации.

Председатели садовых товариществ перед началом сезона садовых работ проводят целевой инструктаж с членами садового товарищества.

Приоритетными направлениями в деятельности администраций муниципальных образований в целях повышения эффективности профилактической работы по предупреждению пожаров и гибели людей занимает организованная ими работа по обучению мерам пожарной безопасности неработающего населения на учебно-консультационных пунктах, созданных при жилищных организациях (*например, такие пункты созданы и на территории Свердловской области. Опыт администрации муниципального образования «Город Нижний Тагил» по организации обучения населения мерам пожарной безопасности на учебно-консультационных пунктах является передовым*). Помимо неработающего населения постоянными гостями учебно-консультационных пунктов могут являться директора, учителя (преподаватели курса Основ безопасности жизнедеятельности) и учащиеся школ.

**Основными задачами таких пунктов является:**

организация обучения неработающего населения по специальным программам;

выработка практических навыков действий в условиях пожаров;

повышение уровня морально-психологического состояния населения в условиях пожара и в условии угрозы его возникновения;

пропаганда пожарного дела, важности и необходимости мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

При организации, выборе форм проведения занятий на учебно-консультационных пунктах необходимо учитывать возраст, состояние здоровья, территориальные особенности проживающего населения. Можно использовать как традиционные формы работы: собрание, беседа, консультация, лекция, инструктаж, тематический праздник, встреча, вечер вопросов и ответов, викторина, семинар, игра, просмотр кино-видео фильма, тестирование, практическое занятие и другие, так и современные формы: ток-шоу, акция, презентация, конференция, брифинг, в летний период – дворовой праздник (праздник села) и т.д.

Также важно при организации обучения уделять внимание практическим занятиям, в ходе которых отрабатывать действия при пожаре, тушении условного очага пожара первичными средствами пожаротушения.

Учебно-консультационный пункт – это своеобразный центр противопожарного обучения населения. В нем должны сосредотачиваться все наглядные пособия, методическая литература, листовки, памятки, информационные письма, экспресс-информации, фотографии с пожаров, противопожарные уголки, при наличии видеоаппаратуры – тематические фильмы, компьютера – тестовые программы, разные виды первичных

средств пожаротушения. В таком пункте процесс обучения населения будет происходить значительно эффективней. Таким образом, организация деятельности учебно-консультационного пункта – это одна из оптимальных форм информирования и обучения населения основам пожаробезопасного поведения, а значит предупреждения пожаров и сохранения жизней граждан.

Так же для организации обучения населения мерам пожарной безопасности органы местного самоуправления муниципальных образований могут на договорной основе с подразделениями противопожарной службы содержать инструкторов пожарной профилактики, использовать возможности работников (служащих) организаций, находящихся в ведении органов местного самоуправления муниципальных образований, привлекать для работы с населением общественные организации.

## **II. Обучение детей в дошкольных образовательных учреждениях и лиц, обучающихся в образовательных учреждениях**

Насущность проблемы повышения уровня безопасности человека зависит от социального, экономического и духовного развития личности, от его образа жизни, а также от экологии окружающей среды. Решение этой проблемы возможно только через обучение учащейся молодежи.

Согласно ч. 3 ст. 25 Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» обязательное обучение детей в дошкольных образовательных учреждениях и лиц, обучающихся в образовательных учреждениях, мерам пожарной безопасности осуществляется соответствующими учреждениями по специальным программам, согласованным с федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности (МЧС России, в лице соответствующих органов Государственного пожарного надзора).

Требования к содержанию программ и порядок организации обучения указанных лиц мерам пожарной безопасности определяются МЧС России.

### **Обучение учащихся средних общеобразовательных школ и воспитанников дошкольных учреждений мерам пожарной безопасности осуществляется посредством:**

проведения в рамках изучения курса «Основы безопасности жизнедеятельности» (Содержанием учебной дисциплины ОБЖ предусмотрено обязательное изучение тем, связанных с вопросами пожарной безопасности);

познавательных игр, тематических утренников, творческих конкурсов среди детей любой возрастной группы;

спортивных мероприятий по пожарно-прикладному спорту среди школьников и учащихся высших, средних специальных учебных заведений и учебных заведений начального профессионального образования;

экскурсий в пожарно-спасательные подразделения с показом техники и проведением открытого урока обеспечения безопасности жизни;

организации тематических утренников, КВН, тематических игр, викторин;

организация работы в летних оздоровительных лагерях;

оформление уголков пожарной безопасности;

создание дружин юных пожарных (ДЮП).

Добровольные дружины юных пожарных могут создаваться органами управления образованием и пожарной охраной в целях популяризации деятельности пожарной охраны и привития учащимся навыков пожаробезопасного поведения.

Федеральными учебными программами в общеобразовательных школах предусмотрено преподавание занятий по курсу ОБЖ в 8, 10 и 11 классах (1 час в неделю). В рамках занятий по курсу ОБЖ предусмотрено изучение вопросов пожаробезопасного поведения. В образовательных учреждениях оборудуются классы (уголки) пожарной безопасности, периодически во время проведения тренировочных занятий отрабатывается (2 раза в год) эвакуация учащихся из зданий образовательных учреждений. В последнее время используется потенциал школьных психологов в диагностике и коррекции поведения детей в случае возникновения опасности пожара и формирования у них адекватного отношения к ней, организовано взаимодействие с общественными организациями (региональными отделениями Всероссийского добровольного пожарного общества) и органами государственного пожарного надзора по обучению школьников мерам пожарной безопасности, организации работы дружин юных пожарных.

Отметим, что 30 апреля 2013 года во исполнение приказа МЧС России от 22 февраля 2013 г. № 122 в целях выработки единых подходов к формированию государственной политики в области безопасности жизнедеятельности, привлечения внимания общественности к проблеме формирования культуры безопасности жизнедеятельности подрастающего поколения, более эффективного усвоения теоретических знаний курса ОБЖ, отработки практических навыков действий в различных чрезвычайных ситуациях, популяризации Всероссийского детского юношеского движения «Школа безопасности», а также повышения престижа профессий пожарного и спасателя был проведен Всероссийский открытый урок по «Основам безопасности жизнедеятельности». Данное мероприятие в масштабах страны проводилось впервые.

В высших и средних учебных заведениях обучение студентов мерам пожарной безопасности осуществляется при изучении курса «Безопасность жизнедеятельности».

Обучение лиц, обучающихся в образовательных учреждениях может так же проходить в форме противопожарных инструктажей и противопожарных тренировок.

**Ключевыми вопросами обучения учащихся мерам пожарной безопасности являются:**

предотвращение пожаров и личная безопасность;

разработка наглядной агитации, памяток, листовок, плакатов и т.д. с конкретной, легко запоминаемой для каждого возраста информацией, с практической отработкой умений и навыков;

проведение всевозможных противопожарных мероприятий различного уровня (городские, районные, школьные), рассчитанных на детей и взрослых.

Воспитанники дошкольных образовательных учреждений (далее – ДОО) получают начальные знания о правилах пожарной безопасности в процессе участия в тематических спортивно-массовых и культурно-массовых мероприятиях, и иных игровых видах обучения.

**Работать с детьми по формированию у них основ пожаробезопасного поведения могут:** воспитатели, прошедшие подготовку по пожарно-техническому минимуму; учителя ОБЖ; представители противопожарной службы той местности, где находится конкретное ДОО или школа; так же можно привлекать и медицинских работников (особенно при раскрытии темы об оказании первой медицинской помощи), и родителей. Единство взглядов между родителями и педагогами по формированию основ пожаробезопасного поведения должно быть обязательно, иначе, в силу своих особенностей, ребенок окажется на перепутье.

Формы работы с детьми могут быть самыми разнообразными, все зависит от профессиональных качеств педагога, от учета индивидуальных, возрастных особенностей детей, от арсенала методических средств и приемов, приемлемых для детей каждой возрастной группы.

Начинать обучение детей основам пожарной безопасности целесообразно с 4-летнего возраста. Необходимо вырабатывать у детей серьезное, осмысленное отношение к проблемам пожарной безопасности с учетом того, что полученные в детском возрасте знания через чувственное восприятие перерастают в устойчивые привычки, из которых складываются черты характера ребенка. Нужно формировать у детей в дошкольном возрасте систему представлений о пожарной опасности окружающих предметов и явлений, которая по мере роста и развития ребенка будет пополняться соответствующими сведениями и новыми знаниями. Необходимо сформировать понимание важности

пожаробезопасного поведения. Желательно разработать и использовать в процессе занятий макеты и игрушки, имитирующие пожарную технику, к их изготовлению целесообразно привлечь самих детей. Игры для детей 4-5 лет (различные кубики, пирамиды, куклы и т.п.) могут иметь противопожарную направленность (фигурка пожарного, пожарная машина и т.п.). Для детей 6-летнего возраста рекомендуются уже более сложные игры, которые носят обучающий характер, а именно: образцы пожарной техники для имитации действий по тушению пожаров, пожарное лото, викторины с набором вопросов по правилам пожарной безопасности, настольные игры противопожарной тематики, игрушечная экипировка пожарных.

**Предполагается использовать следующие формы работы с детьми:**

- познавательные занятия;
- экскурсии в пожарную часть;
- показ видеофильмов и диафильмов на пожарную тему;
- чтение художественных произведений, использование музыки;
- продуктивная деятельность детей;
- конкурсы рисунков детей (совместных работ с родителями) на противопожарную тему;
- викторины на противопожарную тему;
- чтение стихов на противопожарную тему;
- спортивные развлечения, праздники;
- сюжетно-ролевые игры, игры драматизации, театрализованные игры, подвижные игры, дидактические игры;
- составление альбома «Народное творчество о пожаре» (собрание пословиц, поговорок, загадок);
- создание специальных ситуаций для отработки поведенческих навыков пожаробезопасного поведения;
- занятия по формированию пожаробезопасного поведения с элементами пожарно-прикладного спорта;
- совместные с родителями утренники.

Педагоги (преподаватели) образовательных учреждений, должностные лица организаций, осуществляющие в пределах своих полномочий обучение мерам пожарной безопасности, должны пройти соответствующее обучение в специализированных образовательных учреждениях в сфере пожарной безопасности.

На организацию обучения мерам пожарной безопасности в обязательном порядке из средств местного бюджета предусматриваются денежные средства.

Обучение мерам пожарной безопасности также как и противопожарная пропаганда должны проводиться на постоянной основе и непрерывно.

## Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390).
3. Положение о Федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 20 июня 2005 г. № 385).
4. Постановление Госстроя Российской Федерации от 27 сентября 2003 г. № 170 «Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда».
5. Приказ МЧС России от 12 декабря 2007 г. № 645 «Об утверждении норм пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций».
6. Приказ МЧС России от 22 февраля 2013 г. № 122 «О проведении Всероссийского открытого урока по «Основам безопасности жизнедеятельности».
7. Постановление Правительства Свердловской области от 10 марта 2006 г. № 211-ПП «Об утверждении Положения о порядке проведения органами государственной власти Свердловской области противопожарной пропаганды и организации обучения населения мерам пожарной безопасности в Свердловской области».
8. Методические рекомендации для органов государственной власти субъектов Российской Федерации по обучению населения мерам пожарной безопасности. – М.: ВНИИПО, 2012. – 187 с.
9. Методические рекомендации для органов местного самоуправления по обучению населения мерам пожарной безопасности. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2012. – 175 с.
10. Методические рекомендации по организации обучения населения на учебно-консультационных пунктах (Указание начальника ГУ МЧС России по Свердловской области от 1 марта 2005 г. № 1254-22-317 «Об организации обучения населения мерам пожарной безопасности на учебно-консультационных пунктах»).
11. Рекомендации по организации обучения руководителей и работников организаций. Противопожарный инструктаж и пожарно-технический минимум. Под общей ред. Г.Н. Кериллова – М.: 2007. – 81 с.
12. *Макаркин С.В., Каплан Я.Б., Пустовалова Е.И., Барановских М.В., Пушкарев А.Г., Кректунов А.А., Тужиков Е.Н.* Информационно-пропагандистская работа в сфере деятельности МЧС России:

- учебное пособие / под общ. ред. С.В. Макаркина. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. – 162 с.
13. *Собурь С.В.* Краткий курс пожарно-технического минимума: Учебно-справочное пособие. – 7-е изд. перераб. – М.: ПожКнига, 2013. – 256 с., ил. – Пожарная безопасность предприятия.
  14. *Свинаренко А.Г., Кириллов Г.Н.* Примерные темы занятий по обучению учащихся образовательных учреждений мерам пожарной безопасности при проведении внеклассных мероприятий. М.: ФГУ ВНИИПО, 2007.
  15. Государственный пожарный надзор: Учебник для вузов МЧС России / Под общ. ред. канд. соц-их. наук Г.Н. Кириллова. Спб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2006. – 396 с.
  16. *Корольченко А.Я., Корольченко Д.А.* Основы пожарной безопасности предприятия. Полный курс пожарно-технического минимума: Учебное пособие. – М.: «Пожнаука», 2006. – 314 с., илл.



## **Лекция 4. Организация информирования населения о чрезвычайных ситуациях и пожарах**

### ***Вопросы лекции:***

1. Информирование населения через средства массовой информации и по иным каналам о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях и пожарах, мерах по обеспечению безопасности населения и территорий, приемах и способах защиты.
2. Размещение современных технических средств массовой информации в местах массового пребывания людей в целях подготовки населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности.

### **Вопрос № 1.**

#### **Информирование населения через средства массовой информации и по иным каналам о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях и пожарах, мерах по обеспечению безопасности населения и территорий, приемах и способах защиты**

В соответствии с Положением о Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 г. № 868, и Постановлением Правительства Российской Федерации от 11 ноября 2005 г. № 679 «О порядке разработки и утверждения административных регламентов исполнения государственных функций и административных регламентов предоставления государственных услуг» утвержден приказом МЧС России от 29 июня 2006 г. № 386 и введен в действие с 1 января 2007 года Административный регламент Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по организации информирования населения через средства массовой информации и по иным каналам о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях и пожарах, мерах по обеспечению безопасности населения и территорий, приемах и способах защиты, а также пропаганде в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах (далее – Административный регламент).

Административный регламент определяет последовательность (административные процедуры) и сроки действий по осуществлению государственной функции по организации информирования населения через средства массовой информации и по иным каналам о

прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях и пожарах, мерах по обеспечению безопасности населения и территорий, приемах и способах защиты, а также пропаганде в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах (далее – государственная функция по организации информирования населения через средства массовой информации о чрезвычайных ситуациях и пожарах).

Под иными каналами понимаются каналы общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения, а также каналы единой сети электросвязи Российской Федерации.

Исполнение государственной функции по организации информирования населения через средства массовой информации о чрезвычайных ситуациях и пожарах осуществляется в соответствии с Федеральными законами от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне», от 2 мая 2006 г. № 59-ФЗ «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации», Указом Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 г. № 868 «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», Постановлениями Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций», от 24 марта 1997 г. № 334 «О порядке сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», от 14 февраля 2000 г. № 128 «Об утверждении Положения о предоставлении информации о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении и чрезвычайных ситуациях техногенного характера, которые оказали, оказывают, могут оказать негативное воздействие на окружающую природную среду», от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», от 2 ноября 2000 г. № 841 «Об утверждении Положения об организации обучения населения в области гражданской обороны», от 4 сентября 2003 г. № 547 «О подготовке населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Исполнение государственной функции по организации информирования населения через средства массовой информации о чрезвычайных ситуациях и пожарах осуществляется Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным

ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее – МЧС России) и его территориальными органами в части, их касающейся.

Федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления и организации участвуют в исполнении указанной государственной функции в соответствии с полномочиями, возложенными на них Федеральными законами «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», «О пожарной безопасности», «О гражданской обороне», и в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

**Юридическим фактом, являющимся основанием для информирования населения через средства массовой информации о чрезвычайных ситуациях и пожарах,** является решение руководителя федерального органа исполнительной власти, органа исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органа местного самоуправления и организации о введении режима повышенной готовности или режима чрезвычайной ситуации для соответствующих органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – РСЧС).

**Юридическим фактом для информирования через средства массовой информации населения, проживающего (находящегося) в опасной зоне потенциально опасного объекта, опасного природного явления** может также являться сообщение об указанных происшествиях непосредственно в орган повседневного управления (дежурную службу) соответствующего уровня РСЧС (Центр управления в кризисных ситуациях, Центр управления силами федеральной противопожарной службы, Единую диспетчерскую службу муниципального образования, пункт приема сообщений по единому телефонному номеру «112»).

**Критериями, по которым принимается решение об информировании населения через средства массовой информации о чрезвычайных ситуациях и пожарах, являются:**

при локальной чрезвычайной ситуации – пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет не более 1 тыс. минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения;

при местной чрезвычайной ситуации – пострадало свыше 10, но не более 50 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 100, но не более 300 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 1 тыс., но не более 5 тыс. минимальных размеров оплаты труда на день

возникновения чрезвычайной ситуации и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы населенного пункта, города, района;

при территориальной чрезвычайной ситуации – пострадало свыше 50, но не более 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 300, но не более 500 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 5 тыс., но не более 0,5 млн. минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы субъекта Российской Федерации;

при региональной чрезвычайной ситуации – пострадало свыше 50, но не более 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 500, но не более 1000 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 0,5 млн., но не более 5 млн. минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона чрезвычайной ситуации охватывает территорию двух субъектов Российской Федерации;

при федеральной чрезвычайной ситуации – пострадало свыше 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 1000 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 5 млн. минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона чрезвычайной ситуации выходит за пределы более чем двух субъектов Российской Федерации;

при крупных пожарах – погибло 5 человек и более, либо пострадало 10 человек и более, либо материальный ущерб составляет 3420 минимальных размеров оплаты труда на день возникновения пожара.

В соответствии с Федеральными законами «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и законом Российской Федерации от 21 июля 1993 г. № 5485-1 «О государственной тайне» информация о чрезвычайных ситуациях, угрожающих безопасности и здоровью граждан, и их последствиях, является гласной и открытой. При организации информирования населения через средства массовой информации и по иным каналам о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях и пожарах, мерах по обеспечению безопасности населения и территорий, приемах и способах защиты должностным лицам, ответственным за решение этой задачи, запрещается давать сведения, которые могут вызвать панику среди населения, массовые нарушения общественного порядка, а также информацию, содержащую сведения ограниченного доступа.

**Должностными лицами, ответственными за организацию информирования населения через средства массовой информации о чрезвычайных ситуациях и пожарах, являются:**

руководители Управления информации и связи с общественностью МЧС России, информационных подразделений региональных центров

МЧС России и главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации;

руководители постоянно действующих органов управления РСЧС;  
оперативные дежурные органов повседневного управления РСЧС.

**Максимальный срок выполнения действия по организации информирования населения через средства массовой информации о чрезвычайных ситуациях и пожарах составляет:**

до 30 минут после введения для соответствующих подсистем и звеньев РСЧС режима повышенной готовности;

до 20 минут после введения режима чрезвычайной ситуации.

При поступлении противоречивых сведений о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях и пожарах старшее должностное лицо оперативной смены (оперативный дежурный) обязано перепроверить через Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России (Центр «Антистихия») в течение не более 2 часов поступившие сведения и только после этого довести информацию до соответствующих руководителей (сотрудников) информационных подразделений МЧС России, осуществляющих взаимодействие со средствами массовой информации и общественностью.

В ходе ликвидации чрезвычайных ситуаций и крупных пожаров, представляющих опасность для населения, проживающего или работающего на предприятиях в опасной зоне, информация об установленных границах зоны возникшей чрезвычайной ситуации и решениях по защите (поведении) указанного выше населения, принятых в установленном порядке руководителем работ по ликвидации возникшей чрезвычайной ситуации (крупного пожара), доводится до указанных групп населения незамедлительно с помощью имеющихся передвижных средств информации.

Оперативный контроль за своевременной организацией информирования населения через средства массовой информации о чрезвычайных ситуациях и пожарах осуществляется руководителем дежурной смены (оперативным дежурным) органа повседневного управления РСЧС и соответствующего информационного подразделения МЧС России путем фиксации времени передачи информации и времени ее трансляции по имеющимся информационным каналам (с записью времени оповещения в специальном журнале).

Дополнительной формой контроля за совершением действий по информированию населения через средства массовой информации о чрезвычайных ситуациях и пожарах и результатами действий является представление ежедневной сводки-доклада дежурной смены (рапорта дежурного) органа повседневного управления соответствующего уровня РСЧС вышестоящему органу повседневного управления РСЧС о

происшествиях за истекшие сутки, принятых по ним решениях и результатах их реализации.

Время получения соответствующим органом повседневного управления РСЧС информации о введении на определенной территории режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации, а также время передачи этим органом необходимых сведений представителю соответствующего информационного подразделения МЧС России для последующей передачи их в средства массовой информации фиксируется автоматически техническими средствами органов повседневного управления и средств массовой информации, а в местах отсутствия такой возможности – нарочными передающей и принимающей сторон.

Результатом действия по информированию населения через средства массовой информации о чрезвычайных ситуациях и пожарах, мерах по обеспечению безопасности населения и территорий, приемах и способах защиты является доведение соответствующей информации через средства массовой информации, а также организация реализации соответствующих возникшей обстановке защитных мер. Результат действий фиксируется в отчетных (справочных) данных по происшедшим чрезвычайным ситуациям и пожарам.

Информация населения о случаях пожаров и их последствиях может осуществляться также через средства массовой информации, которые обязаны незамедлительно и на безвозмездной основе публиковать по требованию Государственной противопожарной службы экстренную информацию, направленную на обеспечение безопасности населения по вопросам пожарной безопасности (ст. 26 Федерального закона Российской Федерации «О пожарной безопасности»).

В соответствии со ст. 35 Закона Российской Федерации от 27 декабря 1991 г. № 2124-І «О средствах массовой информации» (в ред. Федерального закона от 22.08.2004 № 122-ФЗ) редакции государственных средств массовой информации обязаны незамедлительно и на безвозмездной основе выпускать в свет (в эфир) по требованию федерального органа исполнительной власти, уполномоченного Президентом Российской Федерации, оперативную информацию по вопросам пожарной безопасности.

## **Вопрос № 2.**

**Размещение современных технических средств массовой информации в местах массового пребывания людей в целях подготовки населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности**

Приказом МЧС России, МВД России, ФСБ России от 31 мая 2005 г. № 428/432/321 (в ред. Приказа МЧС РФ № 646, МВД РФ № 919, ФСБ РФ

№ 526 от 28.10.2008) утверждено Положение о порядке размещения современных технических средств массовой информации в местах массового пребывания людей в целях подготовки населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и охраны общественного порядка, а также своевременного оповещения и оперативного информирования граждан о чрезвычайных ситуациях, угрозе террористических акций и распространения соответствующей информации (далее – Порядок размещения технических средств информации).

Порядок размещения технических средств массовой информации включает в себя рекомендации по основным видам технических средств информации, местам их размещения, установке и использования в целях подготовки населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, а также оперативного информирования и своевременного оповещения граждан о чрезвычайных ситуациях. **Для этого рекомендуются к использованию следующие технические средства информации:**

- наружные (располагаемые вне помещений) наземные отдельно стоящие светодиодные панели на собственной опоре (Г-образной или П-образной формы) с размером экрана от 12 до 60 кв. м и энергопотреблением до 30 кВт;

- наружные (располагаемые вне помещений), размещаемые на зданиях и сооружениях светодиодные панели с размером экрана до 12 кв. м;

- внутренние (располагаемые внутри помещений) навесные телевизионные плазменные панели (далее – плазменные панели);

- внутренние (располагаемые внутри помещений) телевизионные проекционные экраны (далее – проекционные экраны);

- радиотрансляционные сети пассажирского транспорта;

- информационные плакаты на ограждениях объектов строительства, транспортных средствах наземного пассажирского транспорта и остановочных павильонах;

- уличные информационные таблички, стенды, вывески, плакаты, перетяжки, щитовые и крышные установки и др.;

- иные современные технические средства.

Для размещения технических средств информации рекомендуются следующие места (участки):

- основные выезды, въезды в город, пересечение основных городских магистралей;

- аэропорты – два участка под светодиодные панели на площади (подъезде к ним) перед каждым аэровокзалом и четыре и более места под проекционные экраны (плазменные панели) внутри каждого аэровокзала;

- железнодорожные вокзалы – два участка под светодиодные панели на площади перед каждым вокзалом (или внутривокзальной площади) и

четыре и более места под проекционные экраны (плазменные панели) внутри каждого вокзала;

гипермаркеты (торговые центры) с общей площадью помещений более 10 тыс. кв. м. – два участка под светодиодные панели на прилегающей к каждому гипермаркету территории, шесть и более мест под проекционные экраны (плазменные панели) внутри гипермаркета;

станции метрополитена – два места под плазменные панели или проекционные экраны для каждой станции метрополитена в зависимости от типа, размеров станции метрополитена и количества выходов;

центральные площади городов – два участка для размещения наружных наземных отдельно стоящих светодиодных панелей или два места для наружных, размещаемых на зданиях и сооружениях светодиодных панелей;

городские стадионы – два участка перед стадионом для размещения наружных наземных отдельно стоящих светодиодных панелей или два места для наружных, размещаемых на зданиях и сооружениях светодиодных панелей;

городские рынки – два участка для размещения наружных наземных отдельно стоящих светодиодных панелей или два места для наружных, размещаемых на зданиях и сооружениях светодиодных панелей;

городские автовокзалы – два участка для размещения наружных наземных отдельно стоящих светодиодных панелей или два места для наружных, размещаемых на зданиях и сооружениях светодиодных панелей, четыре и более мест под проекционные экраны (плазменные панели) внутри каждого автовокзала;

городские пляжи – два участка для размещения наружных наземных отдельно стоящих светодиодных панелей;

городские парки – два участка для размещения наружных наземных отдельно стоящих светодиодных панелей или два места для наружных, размещаемых на зданиях и сооружениях светодиодных панелей;

пассажирский транспорт – одно и более мест, по возможности, «бегущей строкой» в вагоне (салоне);

ограждения объектов строительства, транспортные средства наземного пассажирского транспорта и остановочные павильоны;

иные места массового пребывания людей.

Технические средства информации должны соответствовать установленным техническим требованиям.

Опоры технических средств информации рекомендуется производить из материалов, обеспечивающих высокий уровень безопасности при наездах и достаточную устойчивость при ветровой нагрузке и эксплуатации.

Территориальные органы МЧС России осуществляют функции методического руководства и контроля (в пределах своей компетенции) за



использованием технических средств информации для решения вопросов по обучению населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, а также своевременного его оперативного информирования о чрезвычайных ситуациях.

Технические средства информации в местах массового пребывания людей, находящиеся в собственности субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, рекомендуются для использования в целях подготовки населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, а также своевременного его оповещения и оперативного информирования о чрезвычайных ситуациях.

Организации, деятельность которых связана с массовым пребыванием людей, осуществляют установку и (или) предоставление участков для установки технических средств информации, а также предоставление имеющихся технических средств информации и выделение времени для размещения соответствующей информации по согласованию с территориальными органами МЧС России.

В соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», Постановлением Правительства Российской Федерации от 22 мая 2008 г. № 381 «О порядке предоставления участков для установки и (или) установки специализированных технических средств оповещения и информирования населения в местах массового пребывания людей» разработаны и утверждены приказом МЧС России, МВД России, ФСБ России от 28 октября 2008 г. № 646/919/526 Требования по установке специализированных технических средств оповещения и информирования населения в местах массового пребывания людей (далее – специализированные технические средства).

Проектирование, изготовление, монтаж и эксплуатация специализированных технических средств должны соответствовать установленным в Российской Федерации требованиям качества и безопасности, предъявляемым к продукции, производственным процессам, эксплуатации и услугам.

Согласно предъявляемым требованиям (п. 3), **специализированные технические средства не должны:**

влиять на безопасность дорожного движения;

ограничивать видимость как в направлении движения, так и боковую (в том числе ограничивать видимость технических средств организации дорожного движения или мешать их восприятию участниками дорожного движения);

снижать прочность, устойчивость и надежность конструкций, зданий и сооружений, на которых они размещаются;

создавать помехи для прохода пешеходов и механизированной уборки дорог.

Специализированные технические средства не рекомендуется устанавливать в местах, где их размещение и эксплуатация может наносить ущерб природному комплексу, иметь сходство по внешнему виду, изображению, звуковому эффекту с техническими средствами организации дорожного движения и специальными сигналами, создавать впечатление нахождения на дороге пешеходов, транспортных средств, животных, других предметов.

Специализированные технические средства, располагаемые внутри помещений, устанавливаются в местах наибольшего пребывания людей (залы ожиданий, вестибюли, основные входы и выходы из помещений и т.п.).

**Специализированные технические средства, располагаемые вне помещений, не должны размещаться:**

на одной опоре с дорожными знаками, светофорами, в створе и в одном сечении с ними;

на аварийно-опасных участках дорог, железнодорожных переездах, мостовых сооружениях, в туннелях и под путепроводами, а также на расстоянии менее 350 м от них вне населенных пунктов и менее 50 м – в населенных пунктах;

на участках дорог с высотой насыпи земляного полотна более 2 м; над проезжей частью;

на дорожных ограждениях;

на деревьях, скалах и других природных объектах;

на участках дорог с расстоянием видимости менее 350 м вне населенных пунктов и менее 150 м – в населенных пунктах;

ближе 25 м от остановок маршрутных транспортных средств;

на пешеходных переходах и пересечениях автомобильных дорог на одном уровне, а также на расстоянии менее 150 м от них вне населенных пунктов и менее 50 м – в населенных пунктах;

сбоку от дороги на расстоянии менее 10 м от бровки земляного полотна дороги (бордюрного камня) вне населенных пунктов и менее 5 м – в населенных пунктах.

При размещении специализированных технических средств на разделительной полосе расстояние от края конструкции или опоры до края проезжей части должно составлять не менее 2,5 м.

Специализированные технические средства рекомендуется оснащать:

системой пожаротушения и системой аварийного отключения от электропитания;

табло с указанием (идентификацией) эксплуатирующей организации.

Опоры отдельно стоящих специализированных технических средств должны быть изготовлены из материалов, обеспечивающих достаточную устойчивость при ветровой нагрузке и эксплуатации.

Конструктивные элементы жесткости и крепления (болтовые соединения, элементы опор и т.д.) должны быть закрыты декоративными элементами.

Отдельно стоящие специализированные технические средства должны иметь декоративно оформленную оборотную сторону. Фундаменты отдельно стоящих специализированных технических средств не должны выступать над уровнем земли или тротуара. В исключительных случаях, когда заглубление фундамента невозможно, допускается размещение фундаментов без заглубления при наличии бортового камня или дорожных ограждений.

### **Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
2. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
3. Федеральный закон Российской Федерации 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне».
4. Закон Российской Федерации от 27 декабря 1991 г. № 2124-1 «О средствах массовой информации».
5. Приказ МЧС России, МВД России, ФСБ России от 31 мая 2005 г. № 428/432/321 «О порядке размещения современных технических средств массовой информации в местах массового пребывания людей в целях подготовки населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и охраны общественного порядка, а также своевременного оповещения и оперативного информирования граждан о чрезвычайных ситуациях и угрозе террористических акций».
6. Приказ МЧС России от 29 июня 2006 г. № 386 «Об утверждении Административного регламента МЧС России по исполнению государственной функции по организации информирования населения через средства массовой информации и по иным каналам о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях и пожарах, мерах по обеспечению безопасности населения и территорий, приемах и способах защиты, а также пропаганде в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от

чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах».

7. Приказ МЧС России, МВД России, ФСБ России от 28 октября 2008 г. № 646/919/526 «Об утверждении Требований по установке специализированных технических средств оповещения и информирования населения в местах массового пребывания людей».

## **Тема 6. Государственный надзор в области пожарной безопасности в системе независимой оценки рисков**

### **Лекция. Общий порядок функционирования системы независимой оценки рисков**

*Вопросы лекции:*

1. Организация независимой оценки рисков.
2. Состав, принципы функционирования и основные правила системы независимой оценки рисков.
3. Порядок оценки соответствия объектов защиты (продукции) требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска.

#### **Вопрос № 1. Организация независимой оценки рисков**

Отправной точкой в работе по созданию системы независимой оценки рисков и модернизации государственного пожарного надзора явилось утверждение коллегией МЧС России в мае 2002 года Концепции совершенствования деятельности в области осуществления государственного пожарного надзора на период до 2005 года.

В целях реализации основных положений Концепции и подготовки новых форм и методов организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора в рыночных условиях была намечена работа по организации аудиторской деятельности в области пожарной безопасности (далее – аудит), которую следует осуществлять по следующим направлениям:

совершенствование механизмов страхования зданий и сооружений от пожаров;

разработка типовых методик оценки рисков возникновения и развития пожара на страхуемых объектах, а также необходимых рекомендаций по их противопожарной защите;

экспертная оценка противопожарного состояния объектов для определения уровня его защищенности;

установление суммы страхового сбора в зависимости от уровня противопожарной защиты страхуемых объектов;

обмен информацией о противопожарном состоянии поднадзорных и страхуемых объектов;

возможность отчисления страховыми компаниями средств на превентивные мероприятия.

В период разработки аудит предусматривал оценку противопожарного состояния объектов надзора в рамках определения

критериев его общей безопасности для различных целей по заявлениям организаций и граждан. Также было определено, что информация о результатах аудита должна быть открытой, обязательной для определенной категории объектов, в том числе с массовым пребыванием людей, что положительно скажется на рейтинговой оценке организации в ходе конкурентного отбора, позволит потенциальным потребителям предварительно изучить вопросы, связанные с обеспечением безопасности оказываемых услуг. Превалирующим направлением деятельности по введению аудита является создание механизмов мотивации добровольности его проведения. Было очевидно, что данный вопрос требует необходимой проработки на законодательном уровне.

Введение аудита позволит более эффективно организовать рабочее время государственных инспекторов и в первую очередь сосредоточить внимание на проведении мероприятий по контролю на объектах с массовым пребыванием людей, энергетики, жизнеобеспечения, социальной сферы, высвободив их от проведения проверок объектов малого бизнеса, что соответственно устранил административные барьеры в развитии предпринимательской деятельности.

В 2007 году работа по созданию системы независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, одобренной Президентом Российской Федерации, была продолжена.

Министр Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Шойгу С.К. утвердил план-график создания системы независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

В соответствии с Концепцией создания системы независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации, подготовленной во исполнение поручения Президента Российской Федерации от 6 июня 2006 г. № Пр-954 и поддержанной Правительством Российской Федерации 7 апреля 2007 г. № СН-П4-1606, было разработано **Временное положение о системе независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации**, создана комиссия МЧС России по организации системы независимой оценки рисков (далее – Комиссия). Комиссию возглавил главный государственный инспектор Российской Федерации по пожарному надзору Кириллов Г.Н. Состав комиссии и

Положение о комиссии утверждены Приказом МЧС России от 4 декабря 2007 г. № 634.

Временное положение о системе независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации (далее – Положение) определяет общий порядок функционирования системы независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (далее – Система независимой оценки рисков), в т.ч. устанавливает цели, принципы, правила и процедуры организации и проведения независимой оценки рисков, состав Системы независимой оценки рисков, а также функции, права и обязанности ее участников, взаимоотношения между ними.

Под **системой независимой оценки рисков** понимается совокупность участников независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации, а также норм, правил, методик, условий, критериев и процедур, в рамках которых организуется и осуществляется независимая оценка рисков.

**Независимая оценка рисков** – осуществляемая соответствующими субъектами предпринимательская деятельность по оценке соответствия установленным требованиям систем обеспечения пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на объектах защиты.

Действие Положения распространяется на органы государственного пожарного надзора, государственного надзора в области гражданской обороны, а также государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (чрезвычайные ситуации), экспертные организации и экспертов, осуществляющих независимую оценку рисков, органы по аттестации экспертов и аккредитации экспертных организаций, страховые организации, а также на организации, подлежащие независимой оценке рисков.

***Положение основывается на следующих нормативных правовых актах:***

Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;

Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»;

Федеральный закон Российской Федерации от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне»;

Закон Российской Федерации от 27 ноября 1992 г. № 4015-1 «Об организации страхового дела в Российской Федерации»;

Указ Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 г. № 868 «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»;

постановление Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2005 г. № 712 «Об утверждении Положения о государственном надзоре в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, осуществляемом Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»;

постановление Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре»;

постановление Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 305 «Об утверждении Положения о государственном надзоре в области гражданской обороны».

***Целями создания системы независимой оценки рисков являются:***

повышение уровня безопасности объектов защиты путем включения в сферу оценки состояния их безопасности наряду с органами государственного надзора (контроля) независимых экспертных организаций и экспертов по независимой оценке рисков;

снижение административной нагрузки на объекты защиты за счет сокращения количества проверок, осуществляемых органами государственного пожарного надзора, государственного надзора в области гражданской обороны и государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, а также за счет изменения форм и методов надзорной деятельности;

получение объективной и полной информации о соответствии объектов защиты установленным требованиям в области обеспечения пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

выдача заключений, содержащих необходимые и достаточные сведения для заключения договора страхования гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии при эксплуатации опасного объекта.

***Задачами системы независимой оценки рисков являются:***

установление правил и процедур проведения независимой оценки рисков, а также контроль за их соблюдением;

организация аттестации экспертов и аккредитации организаций, осуществляющих независимую оценку рисков;

организация проведения независимой оценки рисков на объектах защиты;



организация и проведение работ по совершенствованию методологических и правовых основ независимой оценки рисков.

***При осуществлении независимой оценки рисков на объектах защиты, с учетом возможного причинения вреда третьим лицам, оценке соответствия установленным требованиям подлежат:***

системы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты, а также организационно-технические мероприятия в области пожарной безопасности;

объекты гражданской обороны, системы управления и оповещения гражданской обороны, а также организационные и инженерно-технические мероприятия гражданской обороны объектов защиты;

системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций объектов защиты, а также организационные и инженерно-технические мероприятия, направленные на снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций.

Оценка рисков проводится в организациях вне зависимости от их принадлежности и организационно-правовых форм, функционирование которых представляет угрозу жизни и здоровью граждан, имуществу физических и юридических лиц, государственному и муниципальному имуществу в случае возможности возникновения чрезвычайных ситуаций, в т.ч. обусловленных пожарами.

## **Вопрос № 2. Состав, принципы функционирования и основные правила системы независимой оценки рисков**

В соответствии с Временным положением о системе независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации (далее – Положение) в ***Систему независимой оценки рисков входят:***

Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) как федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный на решение задач в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности, включающий органы государственного пожарного надзора, государственного надзора в области гражданской обороны и государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

организации, в отношении которых проводится независимая оценка рисков;

экспертные организации и эксперты по независимой оценке рисков, в том числе их профессиональные объединения;

органы по аттестации экспертов и аккредитации организаций, осуществляющих независимую оценку рисков;  
страховые организации.

***Основными принципами функционирования системы независимой оценки рисков являются:***

доступность информации о порядке функционирования системы независимой оценки рисков для заинтересованных организаций и физических лиц;

независимость экспертных организаций и экспертов, осуществляющих независимую оценку рисков, от интересов проверяемого объекта защиты, третьих лиц, органов государственной власти и органов местного самоуправления;

профессионализм и компетентность экспертных организаций и экспертов в вопросах пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, специфики проверяемого объекта защиты;

достоверность и полнота информации, на которой базируются выводы независимой оценки рисков (заключение);

исключение возможности участия в системе независимой оценки рисков в качестве экспертных организаций по независимой оценке рисков, организаций, осуществляющих деятельность по монтажу, ремонту, обслуживанию систем и средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, объектов гражданской обороны и систем управления, оповещения гражданской обороны, а также систем и средств предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

обеспечение ответственности экспертных организаций и экспертов за выводы о соответствии (несоответствии) объектов защиты установленным требованиям пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, в т.ч. путем страхования их профессиональной ответственности;

конфиденциальность информации, полученной в ходе проведения независимой оценки рисков.

В рамках функционирования системы независимой оценки рисков в соответствии с компетенцией МЧС России ***подлежат оценке следующие риски*** (в соответствии с компетенцией МЧС России):

риск возникновения пожара и причинения в результате этого вреда третьим лицам;

риск возникновения чрезвычайных ситуаций и причинения в результате этого вреда третьим лицам.

В рамках системы независимой оценки рисков также предусмотрена оценка соответствия объектов, подлежащих независимой оценке рисков, установленным требованиям по защите населения и территорий от

опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.

***Независимая оценка рисков проводится на:***

объектах, использующих, производящих, перерабатывающих, хранящих или транспортирующих пожаровзрывоопасные, опасные химические (биологические) вещества, и гидротехнических сооружениях, подлежащих обязательному страхованию гражданской ответственности за причинение вреда третьим лицам в соответствии с законодательством Российской Федерации;

объектах обеспечения жизнедеятельности населения, включая здания и сооружения с массовым пребыванием людей, аварии на которых могут привести к чрезвычайным ситуациям, в т.ч. обусловленных пожарами.

Перечень объектов защиты, подлежащих независимой оценке рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации, определяется МЧС России.

На объектах защиты, не подлежащих независимой оценке рисков, мероприятия по надзору за соблюдением требований в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций осуществляются соответствующими органами государственного пожарного надзора, государственного надзора в области гражданской обороны и государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Независимая оценка рисков проводится экспертными организациями, имеющими в своем составе (в штате организации) аттестованных квалифицированных экспертов, аккредитованных в порядке, установленном МЧС России.

Организации, претендующие на добровольную аккредитацию в области оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска должны иметь в своем составе **не менее пяти** должностных лиц, имеющих среднее профессиональное и (или) высшее профессиональное образование, обладающих стажем практической работы в области обеспечения пожарной безопасности (не менее пяти лет) (*п.п. «г» п. 5 Порядка получения экспертной организацией добровольной аккредитации в области оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска (утв. Приказом МЧС России от 25.11.2009 № 660)*).

**Порядок получения экспертной организацией добровольной аккредитации в области оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска (далее – Порядок)**

разработан в соответствии с п. 2 Правил оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 7 апреля 2009 г. № 304 «Об утверждении Правил оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска».

Порядок регулирует вопросы взаимоотношений между экспертными организациями, претендующими на добровольную аккредитацию в области оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска (Аккредитация), Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) и государственным учреждением, находящимся в ведении МЧС России (государственное учреждение), устанавливает порядок получения экспертной организацией Аккредитации, переоформления и продления срока действия документа об аккредитации, приостановления и возобновления действия документа об аккредитации, а также порядок проверки осуществления деятельности аккредитованной экспертной организацией по соответствующим направлениям Аккредитации.

***В соответствии с Порядком осуществляется Аккредитация заявителей по следующим направлениям деятельности (п. 4 Приказа МЧС России от 25.11.2009 № 660):***

проведение расчетов по оценке пожарного риска и подготовка вывода о выполнении (невыполнении) условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности;

обследование объекта защиты, подготовка вывода о выполнении (невыполнении) условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности и разработка мер по обеспечению выполнения условий, при которых объект защиты будет соответствовать требованиям пожарной безопасности;

обследование объекта защиты, проведение расчетов по оценке пожарного риска, подготовка вывода о выполнении (невыполнении) условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности и разработка мер по обеспечению выполнения условий, при которых объект защиты будет соответствовать требованиям пожарной безопасности.

**Порядок добровольной аккредитации организаций, осуществляющих деятельность в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (далее – Порядок) разработан на основании Положения о Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным**

ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (утв. Указом Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 г. № 868 «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»).

Порядок регулирует вопросы взаимоотношений между организациями, претендующими на аккредитацию, осуществляющими независимую оценку рисков в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (оценка рисков), и Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) и государственным учреждением, находящимся в его ведении.

Аккредитация заявителей, претендующих проводить работы на территории Российской Федерации, а также деятельности по подготовке и повышению квалификации специалистов оценки рисков, проводится комиссией МЧС России по аккредитации в соответствии с направлениями деятельности. В своей работе комиссия руководствуется приказами МЧС России от 13 февраля 2008 г. № 67 «Об утверждении Положения о комиссии МЧС России по аккредитации организаций, осуществляющих деятельность в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности», от 13 марта 2008 г. № 119 «О мерах по реализации приказа МЧС России от 20.11.2007 № 607 «Об утверждении Порядка добровольной аккредитации организаций, осуществляющих деятельность в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности».

Независимая оценка рисков может проводиться как комплексно по вопросам пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, так и отдельно по каждому из указанных направлений.

Независимая оценка рисков должна осуществляться в соответствии с договором между экспертной организацией и организацией (объектом защиты), заявившей о желании провести независимую оценку рисков.

По результатам проведения независимой оценки рисков экспертной организацией оформляется заключение о независимой оценке рисков, представляемое заказчику независимой оценки рисков и в соответствующий орган, специально уполномоченный решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъекту Российской Федерации, для последующего учета и анализа заключения, планирования надзорной деятельности и составления (при необходимости) протокола об административном правонарушении.

Органы, специально уполномоченные решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации, обязаны вести учет заключений о независимой оценке рисков в порядке, установленном МЧС России.

Материалы заключений о независимой оценке рисков используются в целях добровольной сертификации объектов защиты, а также при определении страховых тарифов и коэффициентов к ним для страхования гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте, при разработке деклараций промышленной безопасности опасных производственных объектов, деклараций безопасности гидротехнических сооружений, паспортов безопасности опасных объектов и иных документов, направленных на снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций, в т.ч. обусловленных пожарами.

При наличии у объекта защиты заключения о независимой оценке рисков периодичность проверок данного объекта определяется органами государственного пожарного надзора, государственного надзора в области гражданской обороны и государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

В случае соответствия объекта защиты установленным требованиям в области обеспечения пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, установленного в ходе независимой оценки рисков и отраженного в соответствующем заключении, проверка состояния объекта защиты органами государственного пожарного надзора, государственного надзора в области гражданской обороны и государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, не проводится в период действия указанного заключения о независимой оценке рисков.

В случае выявления на объекте защиты нарушений установленных требований в области обеспечения пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, способных повлечь причинение вреда жизни и здоровью третьих лиц, органами государственного пожарного надзора, государственного надзора в области гражданской обороны и государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций могут проводиться внеочередные проверки объекта защиты в порядке, установленном МЧС России.

В целях информационного обеспечения деятельности системы независимой оценки рисков ведется реестр, содержащий сведения об аккредитованных экспертных организациях.

Порядок ведения реестра системы независимой оценки рисков устанавливается МЧС России.

При проведении независимой оценки рисков применяются только утвержденные в установленном порядке нормативные правовые и методические документы по обеспечению пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

При осуществлении инструментального контроля экспертные организации должны использовать контрольно-измерительные приборы, подвергаемые регулярным метрологическим поверкам в соответствии с программой поверки оборудования с использованием контрольно-измерительных эталонов.

Система контроля качества работы экспертных организаций устанавливается МЧС России, которое может осуществлять такой контроль своими силами, а также делегировать право контроля качества работы экспертных организаций их профессиональным объединениям.

В случае выявления в работе экспертной организации (экспертов) фактов систематического нарушения нормативных правовых актов, правил и норм, а также грубых нарушений требований Положения, лица, осуществляющие контроль качества работы экспертной организации (эксперта), обязаны сообщить в установленном порядке о выявленных фактах в МЧС России, для последующего принятия решения об аннулировании свидетельства об аккредитации экспертной организации (свидетельства об аттестации эксперта).

***К перечню грубых нарушений экспертной организацией (экспертом) требований Положения относятся:***

искажение достоверности и полноты информации, на которой базируются выводы о соответствии (несоответствии) объектов защиты установленным требованиям пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

участие экспертной организации, осуществляющей деятельность по монтажу, ремонту, обслуживанию систем и средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, объектов гражданской обороны и систем управления, оповещения гражданской обороны, а также систем и средств предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в независимой оценке рисков объектов защиты;

нарушение экспертной организацией (экспертом) конфиденциальности информации, полученной в ходе проведения независимой оценки рисков;

наличие в экспертной организации необходимого количества экспертов, аттестованных в установленном порядке на осуществление независимой оценки рисков объектов защиты (***не менее пяти*** – для организаций, претендующих на добровольную аккредитацию в области оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным

*требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска);*

проведение экспертной организацией (экспертом) независимой оценки рисков по направлениям обеспечения безопасности объекта защиты, на которые экспертная организация не аккредитована, а эксперт не аттестован в установленном порядке;

сокрытие экспертной организацией от органа, специально уполномоченного решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъекту Российской Федерации, информации о выявленных в ходе независимой оценки рисков объекта защиты отступлений от действующих норм и требований по обеспечению пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, представляющих непосредственную угрозу для жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного и муниципального имущества;

осуществление экспертной организацией (экспертом) инструментального контроля с использованием контрольно-измерительных приборов, своевременно не прошедших метрологические проверки;

уклонение экспертной организации от контроля качества ее работы или создание препятствий органам, осуществляющим указанный контроль.

### **Вопрос № 3. Порядок оценки соответствия объектов защиты (продукции) требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска**

Независимая оценка пожарного риска (аудита пожарной безопасности) также, как и федеральный государственный пожарный надзор, в соответствии со ст. 144 Федерального закона Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», является формой оценки соответствия объектов защиты (продукции), организаций, осуществляющих подтверждение соответствия процессов проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, требованиям пожарной безопасности.

Порядок оценки соответствия объектов защиты (продукции) (далее – объект защиты) требованиям пожарной безопасности, установленным федеральными законами о технических регламентах и нормативными документами по пожарной безопасности, путем независимой оценки пожарного риска, утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 7 апреля 2009 г. № 304.



**Методики определения расчетных величин пожарного риска для различных видов объектов защиты утверждены:**

приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 утверждена методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности;

приказом МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404 утверждена методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах.

Независимая оценка пожарного риска предусматривает получение и оценку объективных данных о состоянии безопасности объекта защиты, определение уровня безопасности объекта в области пожарной безопасности в соответствии с требованиями безопасности, установленными соответствующими техническими регламентами, национальными стандартами и иными нормативными правовыми актами.

Независимая оценка пожарного риска объектов защиты, в проверяемой документации которой содержатся сведения, составляющие государственную тайну, осуществляется при соблюдении законодательства Российской Федерации о государственной тайне.

Независимая оценка пожарного риска проводится на основании договора, заключаемого между собственником или иным законным владельцем объекта защиты (далее – собственник) и экспертной организацией, осуществляющей деятельность в области оценки пожарного риска (далее – экспертная организация). Порядок получения экспертной организацией добровольной аккредитации в области оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска утвержден Приказом МЧС России от 25 ноября 2009 г. № 660.

**Экспертная организация не может проводить независимую оценку пожарного риска в отношении объекта защиты:**

а) на котором этой организацией выполнялись другие работы и (или) услуги в области пожарной безопасности;

б) который принадлежит ей на праве собственности или ином законном основании.

**Независимая оценка пожарного риска включает следующие этапы:**

а) анализ документов, характеризующих пожарную опасность объекта защиты;

б) обследование объекта защиты для получения объективной информации о состоянии пожарной безопасности объекта защиты, выявления возможности возникновения и развития пожара и воздействия на людей и материальные ценности опасных факторов пожара, а также для

определения наличия условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности;

в) в случаях, установленных нормативными документами по пожарной безопасности, – проведение необходимых исследований, испытаний, расчетов и экспертиз, а в случаях, установленных Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», – расчетов по оценке пожарного риска;

г) подготовка вывода о выполнении условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности либо в случае их невыполнения разработка мер по обеспечению выполнения условий, при которых объект защиты будет соответствовать требованиям пожарной безопасности.

**Результаты проведения независимой оценки пожарного риска оформляются в виде заключения о независимой оценке пожарного риска** (далее – заключение), направляемого (вручаемого) собственнику.

**В заключении указываются:**

а) наименование и адрес экспертной организации;

б) дата и номер договора, в соответствии с которым проведена независимая оценка пожарного риска;

в) реквизиты собственника;

г) описание объекта защиты, в отношении которого проводилась независимая оценка пожарного риска;

д) фамилии, имена и отчества лиц (должностных лиц), участвовавших в проведении независимой оценки пожарного риска;

е) результаты проведения независимой оценки пожарного риска, в том числе результаты выполнения работ, предусмотренных п.п. «а» - «в» п. 4 Правил оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 7 апреля 2009 г. № 304 (далее – Правила);

ж) вывод о выполнении условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности либо в случае их невыполнения – рекомендации о принятии мер, предусмотренных п.п. «г» п. 4 Правил.

Заключение подписывается должностными лицами экспертной организации, проводившими независимую оценку пожарного риска, утверждается руководителем экспертной организации и скрепляется печатью экспертной организации.

**В течение 5 рабочих дней после утверждения заключения экспертная организация направляет копию заключения** в структурное подразделение территориального органа Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, в сферу ведения которого входят вопросы организации и осуществления государственного

пожарного надзора, или в территориальный отдел (отделение, инспекцию) этого структурного подразделения, или в структурное подразделение специального или воинского подразделения федеральной противопожарной службы, в сферу ведения которого входят вопросы организации и осуществления государственного пожарного надзора, созданного в целях организации профилактики и тушения пожаров в закрытых административно-территориальных образованиях, особо важных и режимных организациях.

Спорные вопросы, возникшие между руководством экспертной организации и руководством объекта защиты, могут быть обжалованы в комиссии по апелляции, создаваемой МЧС России.

Комиссия по апелляции **в месячный срок с момента получения апелляции** (а в случаях, не требующих дополнительного изучения и проверки, **не позднее 15 дней**) рассматривает поступившие жалобы и извещает заявителя о принятом решении. В тех случаях, когда для рассмотрения апелляции необходимо проведение специальной проверки, истребование дополнительных материалов либо принятие других мер, сроки рассмотрения апелляции могут быть в порядке исключения продлены председателем комиссии по апелляциям, **но не более чем на один месяц** с сообщением об этом лицу, подавшему апелляцию.

#### **Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Федеральный закон Российской Федерации от 10 июля 2012 г. № 117-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 7 апреля 2009 г. № 304 «Об утверждении правил оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска».
4. Временное положение о системе независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации.
5. Приказ МЧС России от 4 декабря 2007 г. № 634 «О комиссии МЧС России по организации системы независимой оценки рисков».
6. Приказ МЧС России от 13 февраля 2008 г. № 67 «Об утверждении Положения о комиссии МЧС России по аккредитации организаций, осуществляющих деятельность в области гражданской обороны,

- защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности».
7. Приказ МЧС России от 13 марта 2008 г. № 119 «О мерах по реализации приказа МЧС России от 20.11.2007 № 607 «Об утверждении Порядка добровольной аккредитации организаций, осуществляющих деятельность в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности».
  8. Приказ МЧС России от 25 ноября 2009 г. № 660 «Об утверждении Порядка получения экспертной организацией добровольной аккредитации в области оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска».
  9. Приказ МЧС России от 22 июня 2010 г. № 287 «О реализации приказа МЧС России от 25 ноября 2009 г. № 660 "Об утверждении Порядка получения экспертной организацией добровольной аккредитации в области оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска"».
  10. Приказ МЧС России от 22 июня 2010 г. № 288 «Об утверждении Положения о комиссии МЧС России по добровольной аккредитации экспертных организаций в области оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска и Положения о квалификационной комиссии МЧС России по проверке соответствия должностных лиц, проводящих независимую оценку пожарного риска, предъявляемым требованиям».
  11. Концепция совершенствования деятельности по осуществлению государственного пожарного надзора на период до 2005 года (утв. приказом МЧС России от 3 июня 2002 г. № 267 (в ред. Приказа МЧС России от 28.03.2003 г. № 161)) // Собрание законодательных и правовых актов Российской Федерации по вопросам деятельности государственного пожарного надзора (ГПН). Сост. А.А. Бондарев и др. – М.: ВНИИПО, 2005. С. 315-335.
  12. *Макаркин С.В., Семенов С.В.* Организация обеспечения пожарной безопасности: учебное пособие / под общ. редакцией С.В. Макаркина. – 2-е изд., доп. (перераб.). – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2009. – 216 с.

## **Тема 7. Официальный статистический учет и государственная статистическая отчетность по пожарам и их последствиям**

### **Лекция. Учет пожаров и государственная статистическая отчетность по пожарам и последствиям от них**

*Вопросы лекции:*

1. Порядок официального статистического учета пожаров и их последствий.
2. Порядок заполнения и прохождения карточки учета пожара (загорания).
3. Государственная статистическая отчетность по пожарам и их последствиям (Федеральное статистическое наблюдение).
4. Обработка (статистический анализ) данных по пожарам (загораниям) и их последствиям в Российской Федерации.

#### **Вопрос № 1. Порядок официального статистического учета пожаров и их последствий**

Организация и ведение официального статистического учета и государственной отчетности по пожарам и их последствиям на территории Российской Федерации является одним из важных направлений статистики общественной деятельности в нашей стране.

Количественную сторону массовых явлений, происходящих в общественной деятельности в целях выявления качественных особенностей и закономерностей их развития изучает статистика.

Статистическая работа включает три (составных) элемента: статистическое наблюдение и регистрация; сбор первичного материала и анализ сводных (обобщенных) показателей; обработку, сопоставление и анализ сводных (обобщенных) показателей.

Пожарная статистика как элемент статистики в целом направлена на сбор, обработку и анализ количественных показателей, характеризующих состояние противопожарной защиты объектов и населенных пунктов Российской Федерации, обслуживаемых органами и подразделениями ГПС МЧС России.

Пожарная статистика отражает состояние и тенденции развития противопожарной защиты объектов и населенных пунктов, находит широкое применение в информационном обеспечении организационно-управленческой деятельности ГПС МЧС России.

Задача системы пожарной статистики заключается в сборе, обработке и анализе обоснованных и достоверных данных о состоянии (кадры, подготовка, пожарная техника и вооружение, пожарные депо,

добровольные формирования и др.) и деятельности (надзорно-профилактическая, оперативная, нормативная, лицензионная, пропаганда и др.) органов управления и подразделений ГПС МЧС России.

Отдельным элементом в систему пожарной статистики входит статистика пожаров, которая через систему количественных показателей обстановки с пожарами и их последствиями в концентрированном виде отражает состояние и тенденции развития противопожарной защиты объектов и населенных пунктов, находит широкое самостоятельное применение в информационном обеспечении организационно-управленческой деятельности ГПС МЧС России.

Задачами статистики пожаров и их последствий являются: сбор, обработка и анализ объективной и достоверной информации о пожарах; учет пожаров по установленной форме; последующий анализ статистических данных о пожарах с целью выявления закономерностей этого явления во взаимодействии с другими факторами; разработка мероприятий по устранению причин пожаров, мероприятий по улучшению деятельности пожарной охраны, обоснование численности и финансовых затрат на её содержание.

Одной из основных функций системы обеспечения пожарной безопасности является учет пожаров и их последствий (ст. 3 Федерального закона Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»), который ведется с целью:

анализа обстоятельств их возникновения и принятия решения в соответствии с законодательством;

прогнозирования кризисных явлений;

разработки упреждающих мероприятий и своевременного реагирования на складывающуюся обстановку с пожарами и проведение мероприятий по обеспечению безопасности людей, сохранности от огня материальных ценностей и созданию условий для успешного тушения пожаров.

В порядке осуществления указанной функции в Российской Федерации действует Единая государственная система статистического учета пожаров и их последствий.

Согласно п.п. 3 п. 8 Положения о Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (утв. Указом Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 г. № 868) МЧС России в соответствии с возложенными на него задачами организует официальный статистический учет и ведение государственной статистической отчетности по вопросам, отнесенным к его компетенции.

Официальный статистический учет и государственную статистическую отчетность по пожарам и их последствиям в соответствии

со ст. 27 Федерального закона «О пожарной безопасности» возложено на Государственную противопожарную службу.

В свою очередь согласно п.п. 12 п. 6 Положения о федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы организация и ведение официального статистического учета и государственной статистической отчетности по пожарам и их последствиям на территории Российской Федерации возложено на Федеральную противопожарную службу как на один из видов Государственной противопожарной службы.

Порядок учета пожаров и их последствий определяется федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности (МЧС России), по согласованию с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим межотраслевую координацию и функциональное регулирование в сфере государственной статистики, и другими заинтересованными федеральными органами исполнительной власти.

В целях совершенствования единой государственной системы статистического учета пожаров и их последствий в Российской Федерации приказом МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714 утвержден и введен в действие с 1 января 2009 г. Порядок учета пожаров и их последствий (далее – Порядок учета пожаров).

Порядок учета пожаров разработан в соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральным законом от 29 ноября 2007 г. № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации», Указом Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 г. № 868 «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

Порядок учета пожаров регулирует вопросы официального статистического учета пожаров и их последствий, осуществляемого с целью формирования официальной статистической информации по пожарам и их последствиям.

Официальный статистический учет пожаров и их последствий представляет собой деятельность, направленную на проведение федерального статистического наблюдения по пожарам и их последствиям и обработке данных, полученных в результате этих наблюдений.

Федеральное статистическое наблюдение по пожарам и их последствиям включает в себя сбор первичных статистических данных по пожарам и их последствиям и административных данных по пожарам (загораниям) и их последствиям.

Первичные статистические данные по пожарам и их последствиям содержат документированную информацию по формам федерального статистического наблюдения по пожарам, получаемую от респондентов.

Административные данные по пожарам (загораниям) и их последствиям содержат документированную информацию по формам учета пожаров (загораний) и их последствий и (или) электронных баз данных учета пожаров (загораний) и их последствий, устанавливаемым респондентами, обеспечивающим возможность формирования официальной статистической информации.

Федеральное статистическое наблюдение по пожарам и их последствиям является сплошным и проводится в отношении респондентов, к которым относятся созданные на территории Российской Федерации юридические лица, федеральные органы исполнительной власти, граждане Российской Федерации, находящиеся на территории Российской Федерации иностранные граждане и лица без гражданства, граждане, осуществляющие предпринимательскую деятельность без образования юридического лица на территории Российской Федерации.

Согласно ст. 6 Федерального закона от 29 ноября 2007 г. № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» Федеральное статистическое наблюдение по пожарам и их последствиям осуществляется по формам-образцам статистических документов, предназначенным для получения от респондентов в установленном порядке первичных статистических данных по пожарам и их последствиям, в соответствии с указаниями по их заполнению, утверждаемыми уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти по представлению субъекта официального статистического учета пожаров и их последствий.

Официальная статистическая информация по пожарам и их последствиям формируется субъектом официального статистического учета пожаров и является сводной документированной информацией о количественной стороне происшедших пожаров.

Субъектом официального статистического учета пожаров и их последствий является федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий формирование официальной статистической информации по пожарам и их последствиям в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Официальная статистическая информация по пожарам и их последствиям является общедоступной, за исключением информации, доступ к которой ограничен федеральными законами. Обеспечение доступа заинтересованных пользователей к общедоступной официальной статистической информации по пожарам и их последствиям осуществляется путем ее распространения или предоставления субъектом



официального статистического учета пожаров и их последствий в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Установленный порядок учета пожаров и их последствий обязателен для исполнения органами государственной власти, органами местного самоуправления, организациями и гражданами, осуществляющими предпринимательскую деятельность без образования юридического лица.

Согласно положениям утвержденного и введенного в действие с 1 января 2009 г. приказом МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714 Порядка учета пожаров и их последствий официальному статистическому учету подлежат все пожары, для ликвидации которых привлекались подразделения пожарной охраны, а также пожары, в ликвидации которых подразделения пожарной охраны не участвовали, но информация о которых поступила от граждан и юридических лиц.

**Не подлежат официальному статистическому учету:**

1) случаи горения, предусмотренные технологическим регламентом или иной технической документацией, а также условиями работы промышленных установок и агрегатов;

2) случаи горения, возникающие в результате обработки предметов огнем, теплом или иным термическим (тепловым) воздействием с целью их переработки, изменения других качественных характеристик (сушка, варка, глажение, копчение, жаренье, плавление и др.);

3) случаи задымления при неисправности бытовых электроприборов и приготовлении пищи без последующего горения;

4) случаи взрывов, вспышек и разрядов статического электричества без последующего горения;

5) случаи коротких замыканий электросетей, в электрооборудовании, бытовых и промышленных электроприборах без последующего горения;

6) пожары, происшедшие на объектах, пользующихся правом экстерриториальности;

7) случаи горения автотранспортных средств, причиной которых явилось дорожно-транспортное происшествие;

8) пожары, причиной которых явились авиационные и железнодорожные катастрофы, форс-мажорные обстоятельства (террористические акты, военные действия, спецоперации правоохранительных органов, землетрясения, извержение вулканов и др.);

9) покушения на самоубийство и самоубийства путем самосожжения, не приведшие к гибели и травмированию других людей либо уничтожению, повреждению материальных ценностей;

10) случаи неконтролируемого горения, не причинившие материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства (далее – загорания).

Как загорания учитываются следующие случаи горения (независимо от причин его возникновения), не приведшие к его распространению на иные объекты защиты:

бесхозных зданий;

бесхозных транспортных средств;

сухой травы;

тополиного пуха;

торфа на газонах и приусадебных участках;

пожнивных остатков;

стерни;

мусора на свалках, пустырях, на территории домовладений, на обочинах дорог, на контейнерных площадках для его сбора, в контейнерах (урнах) для его сбора, в лифтовых шахтах (лифтах) жилых домов, в мусоросборниках (мусоропроводах) жилых домов, на лестничных клетках жилых домов, в подвальных и чердачных помещениях жилых домов.

Официальный статистический учет пожаров и их последствий в Российской Федерации осуществляется федеральной противопожарной службой Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее – МЧС России) непосредственно и через соответствующие структурные подразделения органов, специально уполномоченных решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации, в сферу ведения которых входят организация и осуществление государственного пожарного надзора.

Сбор и обработку первичных статистических данных по пожарам и их последствиям и административных данных по пожарам (загораниям) и их последствиям по Российской Федерации осуществляет структурное подразделение центрального аппарата МЧС России, в сферу ведения которого входит учет пожаров и их последствий.

**Сбор первичных статистических данных по пожарам и административных данных по пожарам (загораниям) и их последствиям по субъектам Российской Федерации осуществляют:**

структурные подразделения органов, специально уполномоченных решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации, в сферу ведения которых входит организация и осуществление государственного пожарного надзора;

структурные подразделения специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы, в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления государственного пожарного надзора, созданных в целях организации профилактики и тушения пожаров

в закрытых административно-территориальных образованиях, особо важных и режимных организациях.

Сбор первичных статистических данных по пожарам и их последствиям осуществляют также юридические лица, федеральные органы исполнительной власти, осуществляющие самостоятельный сбор первичных статистических данных.

**Структурное подразделение центрального аппарата МЧС России, в сферу ведения которого входят организация и осуществление государственного пожарного надзора, получает в установленном порядке:**

от федеральных органов исполнительной власти и обрабатывает первичные статистические данные по пожарам и их последствиям;

от органов, специально уполномоченных решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации, и обрабатывает первичные статистические данные по пожарам и их последствиям;

из федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России» (далее – ФГБУ ВНИИПО МЧС России) обработанные административные данные по пожарам (загораниям) и их последствиям в Российской Федерации;

формирует и предоставляет официальную статистическую информацию по пожарам и их последствиям в уполномоченный Правительством Российской Федерации федеральный орган исполнительной власти в сроки, установленные федеральным планом статистических работ.

**Структурные подразделения органов, специально уполномоченных решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации, в сферу ведения которых входит организация и осуществление государственного пожарного надзора:**

получают в установленном порядке от респондентов первичные статистические данные по пожарам и их последствиям;

обрабатывают и предоставляют в структурное подразделение центрального аппарата МЧС России, в сферу ведения которого входит организация и осуществление государственного пожарного надзора, первичные статистические данные по пожарам и их последствиям;

получают и обрабатывают административные данные по пожарам (загораниям) и их последствиям;

предоставляют административные данные по пожарам (загораниям) и их последствиям в ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

**Структурные подразделения специальных и воинских подразделений федеральной противопожарной службы, в сферу**

**ведения которых входят вопросы организации и осуществления государственного пожарного надзора, созданных в целях организации профилактики и тушения пожаров в закрытых административно-территориальных образованиях, особо важных и режимных организациях:**

получают и обрабатывают административные данные по пожарам (загораниям) и их последствиям;

предоставляют административные данные по пожарам (загораниям) и их последствиям в структурное подразделение центрального аппарата, осуществляющее непосредственное руководство деятельностью специальных подразделений ФПС МЧС России.

**Структурное подразделение центрального аппарата МЧС России, осуществляющее непосредственное руководство деятельностью специальных подразделений федеральной противопожарной службы МЧС России,** представляет в установленном порядке обобщенные административные данные по пожарам (загораниям) и их последствиям в закрытых административно-территориальных образованиях, а также в организациях, охраняемых специальными подразделениями федеральной противопожарной службы, в ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

**Юридические лица, федеральные органы исполнительной власти, осуществляющие самостоятельный сбор первичных статистических данных,** обрабатывают и представляют первичные статистические данные по пожарам и их последствиям, происшедшим на подведомственных объектах, в соответствии с указаниями по заполнению форм федерального статистического наблюдения по пожарам и их последствиям.

Берутся на учет все обнаруженные на пожаре тела (останки, фрагменты тел) погибших людей, смерть которых наступила в результате воздействия опасных факторов пожара и (или) сопутствующих проявлений опасных факторов пожара, падения с высоты, возникновения паники.

Берутся на учет все травмированные при пожаре люди, получившие телесное повреждение (травму) на месте пожара в результате воздействия опасных факторов пожара и (или) сопутствующих проявлений опасных факторов пожара, падения с высоты, возникновения паники.

При формировании первичных статистических данных и административных данных по пожарам и их последствиям все погибшие и травмированные при пожарах берутся на учет на основании заключений о причине смерти или травмирования, предоставляемых медицинскими организациями.

В целях обеспечения взаимодействия между учреждениями здравоохранения на территории субъекта Российской Федерации и территориальными органами МЧС России по вопросам обмена

информацией, а также регистрации пострадавших при пожаре (письмо Министерства здравоохранения и социального развития РФ и Государственной инспекции РФ по пожарному надзору от 5 июня 2007 г. № 4481-ВС/43-1659-19 «О передаче сведений о пострадавших при пожаре или при его тушении») рекомендовано:

Органам управления здравоохранением субъектов Российской Федерации организовать передачу сообщений учреждениями здравоохранения в территориальные органы МЧС России обо всех случаях первичного обращения за медицинской помощью с ожогами или иными телесными повреждениями (травмами), полученными при пожаре или при его ликвидации, в сроки и по форме (форма 1).

Учреждениям здравоохранения, оказывающим медицинскую помощь, выдавать выписки о пострадавших при пожаре из первичной медицинской документации, подтверждающей регистрацию телесных повреждений или факта смерти гражданина, пострадавшего при пожаре или при его тушении, по запросам территориальных органов МЧС России, проводящих проверку сообщений о происшествиях, связанных с пожарами.

Бюро судебно-медицинской экспертизы, по требованию территориальных органов МЧС России, предоставлять результаты проведенной экспертизы лиц, пострадавших при пожаре или при его тушении.

Оперативный журнал учета первичных обращений граждан, пострадавших при пожаре (далее – Журнал) заполняется всеми учреждениями здравоохранения, оказывающими медицинскую помощь при обращении пострадавших. Журнал должен быть пронумерован, прошит и скреплен печатью учреждения. Журнал хранится в кабинете (отделении) медицинской статистики, оргметодкабинете либо в другом структурном подразделении, на которое возложены функции учета пострадавших при пожаре.

**При заполнении Журнала указываются:**

в графе 1 – порядковый номер записи об обращении в учреждение здравоохранения гражданина, пострадавшего при пожаре в ЛПУ;

в графе 2 – число, месяц, год, часы, минуты обращения;

в графе 3 – вписывается полностью фамилия, имя, отчество пострадавшего;

в графе 4 – дата рождения, проставляется число, месяц, год;

в графе 5 – адрес (место происшествия) и время (число, месяц, год, часы, минуты) происшествия;

графа 6 заполняется по мере поступления сведений о пострадавшем от лечащего врача (медработника);

в графе 7 – фамилия, имя, отчество врача (медработника), вписывается полностью.

Сведения направляются по телефону или иным видам связи по мере обращения пострадавших в порядке, установленном в субъекте Российской Федерации.

При установлении учреждениями судмедэкспертизы факта гибели людей до момента возникновения пожара, ранее взятых на учет как погибших при пожаре, указанные лица исключаются из электронных баз данных учета пожаров (загораний) и их последствий.

Не берутся на учет погибшие и травмированные при пожарах люди, причиной гибели или травмирования которых явились дорожно-транспортные происшествия, авиационные и железнодорожные катастрофы, форс-мажорные обстоятельства, пожары, происшедшие на объектах, пользующихся правом экстерриториальности.

Учету подлежит ущерб от пожара независимо от степени его возмещения страховыми организациями, страховыми фондами (резервами), юридическими и физическими лицами.

Под ущербом от пожара, согласно п. 9 приложения 2 к приказу МЧС России от 10.12.2008 № 760, понимается прямой материальным ущербом от пожара – оцененные в денежном выражении материальные ценности, уничтоженные и (или) поврежденные вследствие воздействия опасных факторов пожара и их сопутствующих проявлений.

В ущерб от пожаров включается ущерб, нанесенный недвижимости, основным фондам, оборотным средствам, личному имуществу граждан, ценным бумагам.

Учет загораний осуществляется в тех случаях, когда для ликвидации загораний привлекались подразделения пожарной охраны.

При выяснении обстоятельств, позволяющих переклассифицировать загорание в пожар (пожар в загорание) в электронные базы данных учета пожаров (загораний) и их последствий вносятся соответствующие изменения.

В случае установления искажений данных по пожарам (загораниям) и их последствиям, а также фактов пожаров, в ликвидации которых подразделения пожарной охраны не участвовали, но информация о которых поступила от граждан и юридических лиц, в электронные базы данных учета пожаров (загораний) и их последствий вносятся соответствующие изменения.

**Ответственность за своевременность представления и достоверность данных о пожарах и их последствиях несут:**

должностные лица органов, осуществляющих официальный статистический учет пожаров и их последствий;

собственники объектов пожара;

страховые организации;

медицинские учреждения.

Организации и граждане, осуществляющие предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, обязаны сообщать в органы ГПН МЧС России (если иное не установлено соглашениями с ФПС МЧС России) обо всех случаях пожаров и представлять необходимые материалы в ходе их расследования.

Государственные инспекторы по пожарному надзору при проведении мероприятий по надзору проверяют соблюдение установленного порядка учета пожаров и их последствий органами государственной власти, органами местного самоуправления, организациями и гражданами, осуществляющими предпринимательскую деятельность без образования юридического лица.

При выявлении должностными лицами органов, осуществляющих официальный статистический учет пожаров и их последствий, нарушений представления и (или) искажения данных, ими принимаются необходимые меры по привлечению виновных к ответственности в соответствии с действующим законодательством, а именно:

в соответствии с Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях (ст. 13.19 «Нарушение порядка предоставления статистической информации»), установлено, что нарушение должностным лицом, ответственным за предоставление статистической информации, необходимой для проведения государственных статистических наблюдений, порядка ее представления, а равно представление недостоверной статистической информации – влечет наложение административного штрафа в размере от 3 000 до 5 000 рублей. Дела об административных правонарушениях в данной области рассматриваются должностными лицами органов Федеральной службы государственной статистики (Росстат).

в соответствии с Законом Российской Федерации от 13 мая 1992 г. № 2761-1 «Об ответственности за нарушение порядка предоставления государственной статистической отчетности» (статья 3), установлено, что организации возмещают в установленном порядке органам статистики ущерб, возникший в связи с необходимостью исправления итогов сводной отчетности при представлении искаженных данных или нарушений сроков представления отчетности.

## **Вопрос № 2. Порядок заполнения и прохождения карточки учета пожара (загорания)**

Форма карточки учета пожара (загорания) и Порядок заполнения и прохождения карточки учета пожара (загорания) (далее – Порядок) утверждены и введены в действие с 1 января 2009 г. приказом МЧС России от 10 декабря 2008 г. № 760 (в ред. Приказов МЧС России от 09.06.2009

№ 344, от 09.04.2010 № 162, от 30.12.2011 № 803) в целях формирования электронных баз данных учета пожаров (загораний) и их последствий.

Порядок определяет процедуру заполнения и прохождения карточки учета пожара (загорания) (далее – карточка учета) для подразделений федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (далее – ФПС ГПС).

Карточка учета заполняется на каждый пожар (загорание) должностным лицом территориального отдела (отделения, инспекции) подразделения территориального органа, специально уполномоченного решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъекту Российской Федерации (далее – ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации), в сферу ведения которого входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора (далее – подразделения органа ГПН ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации) или отдела (отделения) федерального государственного пожарного надзора специального или воинского подразделения ФПС ГПС, созданного в целях организации профилактики и тушения пожаров в закрытых административно-территориальных образованиях, особо важных и режимных организациях (далее – органа ГПН специального или воинского подразделения ФПС ГПС), проводившим проверку сообщений о пожарах и иных происшествиях, а также сообщений о преступлениях, связанных с пожарами.

При оформлении карточки учета загорания заполняются в обязательном порядке только следующие позиции:

- в разделе I - п.п. 1-6;
- в разделе II - пп. 12, 16, 23 и 25;
- в разделе V - п.п. 45-52;
- в разделе VI - п.п. 54-58.

Начальники территориальных подразделений ФПС ГПС ГУ МЧС России по субъектам Российской Федерации, осуществлявших тушение пожара (загорания), представляют в подразделение органа ГПН ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации, обслуживающее территорию, где произошел пожар (загорание) информацию для заполнения разделов с IV по VI карточки учета **не позднее 2-х суток** с момента ликвидации пожара.

Карточки учета составляются в двух экземплярах, подписываются начальником подразделения органа ГПН ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации или органа ГПН специального или воинского подразделения ФПС ГПС и после их проверки регистрируются в соответствующей графе Журнала регистрации пожаров и иных происшествий.



Первый экземпляр карточки учета остается на хранение в подразделении органа ГПН ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации. Второй экземпляр карточки учета **не позднее 10 суток** с момента ликвидации пожара (загорания) направляется в управление надзорной деятельности ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации, в сферу ведения которого входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора (далее – орган ГПН ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации).

Для пожаров (загораний), произошедших в особо важных и режимных организациях и закрытых административно-территориальных образованиях, охраняемых специальными подразделениями ФПС ГПС, первый экземпляр карточки учета остается на хранении в органе ГПН специального или воинского подразделения ФПС ГПС. Второй экземпляр карточки учета направляется **не позднее 10 суток** с момента ликвидации пожара (загорания) в структурное подразделение центрального аппарата МЧС России, осуществляющее непосредственное руководство деятельностью специальных и воинских подразделений ФПС ГПС.

Подразделения органа ГПН ГУ МЧС России по субъектам Российской Федерации, представляющие в органы ГПН ГУ МЧС России по субъектам Российской Федерации, электронную базу данных по пожарам (загораниям), карточки учета на бумажных носителях не представляют.

Карточки учёта в бумажном виде должны соответствовать установленной форме, быть напечатаны либо заполнены разборчиво чернилами синего или черного цвета на листах бумаги белого цвета формата А 4. Карточки учёта заполняются на государственном (русском) языке Российской Федерации.

Должностные лица органа ГПН ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации, а также должностные лица структурного подразделения центрального аппарата МЧС России, осуществляющего непосредственное руководство деятельностью специальных и воинских подразделений ФПС ГПС, ведущие учет пожаров (загораний), проверяют правильность и полноту заполнения карточек учета и после обработки направляют электронную базу данных карточек учета по электронной почте (Intranet, Internet) один раз в месяц (нарастающим итогом) в Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» МЧС России (далее – ФГБУ ВНИИПО), не позднее **9-го числа месяца** следующего за отчетным периодом.

Представление в ФГБУ ВНИИПО данных по пожарам (загораниям) осуществляется в формате, предусмотренном программным комплексом «Статистика пожаров».

Дата отправления баз данных по пожарам (загораниям), направленных электронной почтой, контролируется по дате получения почтовым сервером получателя информации.

ФГБУ ВНИИПО представляет административные данные по пожарам (загораниям) и их последствиям в структурные подразделения центрального аппарата МЧС России, территориальных органов – региональных центров по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее – региональные центры), Главного управления МЧС России по г. Москве, в сферу ведения которых входят вопросы учета пожаров (загораний) и их последствий, **не позднее 15 числа** месяца следующего за отчетным периодом.

Корректировки карточек учета, по результатам проведенных проверок (расследований) и поступивших изменений (дополнений) из организаций здравоохранения, страховых организаций, органов внутренних дел, вносятся в них в срок **не позднее 10 суток** с момента получения информации об изменениях (дополнениях).

Подразделения органа ГПН ГУ МЧС России по субъектам Российской Федерации представляют корректировки по карточкам учета в орган ГПН ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации **не позднее 2-го числа** месяца, следующего за датой получения данных для корректировки, в виде нижеприведенной сводной таблицы (далее – сводная таблица):

№ п/п	Код субъекта Российской Федерации	Код органа составителя карточки	Тип карточки учета	№ карточки учета	№ уточняемого поля	Значения	
						старое	новое
1	2	3	4	5	6	7	8

Подразделения органов ГПН специальных или воинских подразделений ФПС ГПС представляют корректировки по карточкам учета в структурное подразделение центрального аппарата МЧС России, осуществляющее непосредственное руководство деятельностью специальных и воинских подразделений ФПС ГПС, **не позднее 2-го числа** месяца, следующего за датой получения данных для корректировки, в виде сводной таблицы.

Органы ГПН ГУ МЧС России по субъектам Российской Федерации и структурное подразделение центрального аппарата МЧС России, осуществляющее непосредственное руководство деятельностью специальных и воинских подразделений ФПС ГПС, представляют в ФГБУ

ВНИИПО уточнения по карточкам учета при очередном представлении электронного массива карточек.

Откорректированные по итогам прошедшего года электронные базы данных представляются органами ГПН ГУ МЧС России по субъектам Российской Федерации в ФГБУ ВНИИПО до **31 марта** года, следующего за отчетным. Корректировки электронных баз данных по субъектам Российской Федерации после указанного срока производятся ими самостоятельно после обязательного письменного уведомления структурного подразделения центрального аппарата МЧС России, в сферу ведения которого входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора, без представления в ФГБУ ВНИИПО.

Должностные лица подразделения органа ГПН ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации или подразделения органа ГПН специального или воинского подразделения ФПС ГПС не являются субъектами оценочной деятельности. При заполнении карточек учета сбор данных об ущербе от пожара носит справочный характер и регистрируется только на основании следующих документов, представляемых пострадавшими (или лицами, представляющими их интересы):

справки об ущербе от пожара, выданной организацией на основании документов бухгалтерской отчетности организации, на которой произошел пожар;

справки об ущербе или страховом возмещении от пожара, выданной страховой организацией;

выписок из решений судебных органов;

документов собственников, подтверждающих стоимость уничтоженного и (или) поврежденного личного имущества.

Регистрация документально не подтвержденных данных об ущербе от пожара не допускается.

Данные о размерах ущерба, содержащиеся в карточках учета, не могут быть использованы при подготовке справок о пожаре.

Напомним, что учитывается только **прямой материальный ущерб от пожара**, под которым понимают оцененные в денежном выражении материальные ценности, уничтоженные и (или) поврежденные вследствие воздействия опасных факторов пожара и их сопутствующих проявлений.

В ущерб от пожаров включается ущерб, нанесенный недвижимости, основным фондам, оборотным средствам, личному имуществу граждан, ценным бумагам.

**Карточка учета** состоит из текстовой и кодовой частей.

**Текстовая часть**, располагаемая в левой части карточки учета, содержит

наименования полей, правая часть карточки – текстовое или числовое значение.

При отсутствии показателя и (или) до окончания проверки материалов по факту пожара (загорания) в кодовых полях карточки учета пожара проставляется цифра (0).

**Кодовая часть** (правая часть карточки) предназначена для машинной обработки и заполняется только цифровой информацией в соответствии с изложенным ниже порядком заполнения карточки учета.

### **Вопрос № 3. Государственная статистическая отчетность по пожарам и их последствиям (Федеральное статистическое наблюдение)**

В системе МЧС России сбор и обработка данных по пожарам и последствиям от них осуществляется по квартальной форме федерального статистического наблюдения № 1-ПОЖАРЫ «Сведения о пожарах и последствиях от них».

Форма федерального статистического наблюдения № 1-ПОЖАРЫ и указания по ее заполнению в соответствии с п. 5.5 Положения о Федеральной службе государственной статистики (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 02.06.2008 № 420), и во исполнение Федерального плана статистических работ утверждены Приказом Росстата от 23 декабря 2009 г. № 311 «Об утверждении статистического инструментария для организации МЧС России федерального статистического наблюдения за пожарами и последствиями от них».

Форма федерального статистического наблюдения № 1-ПОЖАРЫ состоит из двух разделов.

**В разделе 1 «Общие сведения»** приводятся следующие показатели:

количество пожаров, *единиц*;

прямой материальный ущерб от пожаров, *тыс. руб. (в целых)*;

погибло при пожарах, *человек*;

травмировано при пожарах, *человек*;

уничтожено, *единиц*: строений, морских и речных судов, воздушных судов, автотракторной техники, горные выработки, пласты угля и т.д.;

повреждено, *единиц*: строений, морских и речных судов, воздушных судов, автотракторной техники, горные выработки, пласты угля и т.д.

**В разделе 2 «Основные причины и объекты пожаров»** приводится количество пожаров (*в единицах*) и прямой материальный ущерб от пожаров (*в тыс. руб. (в целых)*) по причинам пожаров и объектам пожара.

**В соответствии с разделом 2 к причинам пожара относятся:**

поджоги;

нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов;

неисправность производственного оборудования, нарушение технологического процесса производства;

неосторожное обращение с огнем;  
шалость детей с огнем;  
нарушение правил пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных работ;  
взрывы;  
самовозгорание веществ и материалов;  
неисправность и нарушение правил эксплуатации печного отопления;  
не установленные причины;  
прочие причины пожаров.

***Объектами пожаров являются:***

производственные здания и складские помещения производственных предприятий;  
склады, базы и торговые помещения;  
административно-общественные здания;  
жилой сектор (жилые дома, общежития, дачи, садовые домики, надворные постройки и т.п.);  
строящиеся объекты;  
сооружения, установки;  
транспортные средства (морские, речные и воздушные суда т.д.);  
сельскохозяйственные объекты;  
горные выработки, пласты угля и т.д.;  
прочие объекты пожаров.

При заполнении раздела 2 «Основные причины и объекты пожаров» отчета необходимо иметь в виду, что по строкам 15-35 граф 3 и 4 приводятся сведения о расшифровке данных, приведенных в соответствующих строках 01 (*количество пожаров, единиц*) и 02 (*прямой материальный ущерб от пожаров, тыс. руб. (в целых)*) графы 3 раздела 1 «Общие сведения» по основным причинам и объектам пожаров.

Согласно указаниям по заполнению формы федерального статистического наблюдения первичные статистические данные по форме № 1-ПОЖАРЫ предоставляют в соответствии с Порядком учета пожаров и их последствий, утвержденным Приказом МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714, респонденты, а именно:

юридические лица, осуществляющие деятельность по добыче угля, сланцев, нефти, подземной добыче руд и нерудного сырья, рыболовству, эксплуатации железнодорожного подвижного состава, порты, парокондукта, авиационные предприятия и компании (далее – юридические лица);

Министерство обороны Российской Федерации, Министерство иностранных дел Российской Федерации, Министерство юстиции Российской Федерации, Федеральная служба безопасности Российской Федерации, Служба внешней разведки Российской Федерации, Федеральная служба специального строительства, Федеральная служба

охраны Российской Федерации, Главное управление специальных программ Президента Российской Федерации (далее – федеральные органы исполнительной власти) и ОАО «Российские железные дороги».

**Юридические лица** предоставляют до **10 числа после отчетного периода** по форме № 1-ПОЖАРЫ по месту своего нахождения первичные статистические данные по пожарам и их последствиям на объектах добычи угля, сланцев, нефти, подземной добыче руд и нерудного сырья, воздушных, морских судах, судах внутреннего водного и смешанного (река-море) плавания, иных плавучих объектах, железнодорожном подвижном составе (кроме ОАО РЖД) в **управления (отделы) надзорной деятельности главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации.**

При наличии у юридического лица обособленных подразделений форма № 1-ПОЖАРЫ заполняется как по каждому обособленному подразделению, так и по юридическому лицу без этих обособленных подразделений.

Заполненные формы предоставляются юридическим лицом в управления (отделы) надзорной деятельности главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации по месту нахождения соответствующего обособленного подразделения (по обособленному подразделению) и по месту нахождения юридического лица (без обособленных подразделений). В случае, когда юридическое лицо (его обособленное подразделение) не осуществляют деятельность по месту своего нахождения, форма предоставляется по месту фактического осуществления ими деятельности.

Руководитель юридического лица назначает должностных лиц, уполномоченных предоставлять статистическую информацию от имени юридического лица.

Юридическое лицо проставляет в кодовой части формы код Общероссийского классификатора предприятий и организаций (ОКПО) на основании Уведомления о присвоении кода ОКПО, направляемого (выдаваемого) организациям территориальными органами Росстата.

По территориально-обособленным подразделениям юридического лица указывается идентификационный номер, который устанавливается территориальным органом Росстата по месту расположения территориально-обособленного подразделения.

В свою очередь **Управления (отделы) надзорной деятельности главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации** предоставляют до **20 числа после отчетного периода** по форме № 1-ПОЖАРЫ в МЧС России (Департамент надзорной деятельности) сводные первичные статистические данные по пожарам и их последствиям:

на объектах юридических лиц, размещаемых на территориях соответствующих субъектов Российской Федерации.

Оригиналы предоставляемых первичных статистических данных по пожарам и их последствиям хранятся в управлениях (отделах) надзорной деятельности главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации до минимальной надобности.

Федеральные органы исполнительной власти и ОАО «Российские железные дороги» предоставляют до 20 числа после отчетного периода в МЧС России (Департамент надзорной деятельности) по форме № 1-ПОЖАРЫ сводные первичные статистические данные по пожарам и их последствиям на подведомственных объектах и территориях.

Что же касается официального статистического учета лесных пожаров и их последствий, то он осуществляется по форме федерального статистического наблюдения № 5-ЛХ «Сведения о лесных пожарах». Периодическая форма федерального статистического наблюдения № 5-ЛХ «Сведения о лесных пожарах» (далее – форма № 5-ЛХ) и указания по ее заполнению утверждены Приказом Федеральной службы государственной статистики (Росстат) от 29 июля 2011 г. № 336 «Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за сельским хозяйством и окружающей природной средой».

Согласно указаниям по заполнению формы № 5-ЛХ учету подлежат все лесные пожары на лесных участках лесного фонда и земель иных категорий независимо от вида, категорий, размера пройденной площади и причин возникновения.

Форму федерального статистического наблюдения № 5-ЛХ заполняют и предоставляют в территориальный орган Росстата по месту своего нахождения юридические лица, осуществляющие мероприятия по охране лесов от пожаров на землях лесного фонда. Данные приводятся 1 раз в год по состоянию на 1 ноября отчетного года в тех единицах измерения, которые предусмотрены формой. Срок предоставления данных 10 ноября. По показателям в натуральном выражении данные приводятся в целых числах: *единиц, куб. м, га*, а по показателям в стоимостном выражении – в *тыс. рублей* с одним десятичным знаком.

#### **Вопрос № 4. Обработка (статистический анализ) данных по пожарам (загораниям) и их последствиям в Российской Федерации**

В организации предупреждения пожаров одно из ведущих мест занимает обработка (статистический анализ) данных по пожарам (загораниям) и их последствиям. Данные по пожарам (загораниям) и их последствиям подразделяются на административные и первичные статистические данные.

В соответствии с п. 6 ст. 2 Федерального закона Российской Федерации от 29 ноября 2007 г. № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» **административные данные** – используемая при формировании официальной статистической информации документированная информация, получаемая федеральными органами государственной власти, иными федеральными государственными органами, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, иными государственными органами субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, государственными организациями в связи с осуществлением ими разрешительных, регистрационных, контрольно-надзорных и других административных функций, а также иными организациями, на которые осуществление указанных функций возложено законодательством Российской Федерации.

Под **первичными статистическими данными** понимается документированная информация по формам федерального статистического наблюдения, получаемая от респондентов, или информация, документируемая непосредственно в ходе федерального статистического наблюдения (п. 7 ст. 2 Федерального закона Российской Федерации от 29 ноября 2007 г. № 282-ФЗ).

В результате статистического наблюдения в органах ГПН сосредотачиваются документы фиксации данных по пожарам и их последствиям, которые обрабатываются, а полученные данные обобщаются по качественно однородным или однотипным группам.

Такое обобщения называется статистическая группировка пожаров по различным признакам.

Продуманная группировка пожаров является аналитической работой, дающей возможность установить на основе определенных признаков, взаимосвязь с экономическими и социологическими факторами, выявить закономерности распределения пожаров в различных отраслях народного хозяйства, сгруппировать их в зависимости от причин возникновения и размера причиненного огнем ущерба.

**К первому виду** статистической группировки относятся **топологические группировки**.

Топологическая группировка ставит своей задачей выявление из всей массы учитываемых пожаров (загораний), однородных по какому-либо признаку. Примером топологической группировки может служить разбивка пожаров и ущерба от них по территориальному признаку, местам возникновения, отраслям народного хозяйства, ведомственной принадлежности с целью выявления наиболее пораженных пожарами административных районов и городов, а также министерств, ведомств, организаций и учреждений.



**Вторым видом** группировки является разбивка однородного статистического материала на структурные или составные части. Такая группировка называется **вариационной**. Примером простейшего вариационного ряда является разбивка 132 пожаров, происшедших в результате детской шалости с огнем, имевших место в течение года в одном из субъектов Российской Федерации.

Детская шалость с огнем	Возраст детей			
	3-6 лет	6-8 лет	8-10 лет	более 10 лет
Количество пожаров	37	62	21	12

Из этого примера можно сделать вывод о необходимости усиления профилактики пожаров, возникших из-за шалости оставленных без надзора детей в возрасте 3-8 лет.

Другой пример вариационного ряда касается структурного распределения пожаров в зависимости от суммы причиненного материального ущерба. Предположим, что в каком-то из субъектов Российской Федерации в течение года оформлено 1319 карточек учета пожара (загорания), из которых видно, что произошедшие пожары причинили материальный ущерб на сумму 12940,6 тыс. руб. Сгруппируем эти пожары по интервалам материального ущерба и подсчитаем количество особокрупных, крупных и незначительных пожаров, загораний.

Сумма материального ущерба, руб.	Количество пожаров
особокрупные, свыше 1 000 000	1
крупные от 250 000 и выше	1
от 200 000 до 250 000	4
от 150 000 до 200 000	15
от 100 000 до 150 000	23
от 50 000 до 100 000	51
от 2 500 до 50 000	512
не значительные (менее 2 500)	487
загорания	225
Итого	1319

Из этих данных можно сделать вывод о необходимости детального изучения причин и условий развития 95 пожаров, на которые приходится более 80% общего количества убытков. Именно пожары с суммой ущерба более 50 000 руб. причиняют основной материальный ущерб и, следовательно, их предупреждению следует уделить первостепенное внимание.

Вариационный ряд обычно изображают в виде двух строк:

первая строка характеризует значения или варианты изучаемого нами варьирующего признака;

вторая – указывает, как часто данное значение встречается.

Поэтому первая строка называется строкой значений (вариантов), вторая – строкой частот.

В приведенных выше примерах строки возраста детей и убытков от пожаров будут вариантами, а количество пожаров – частотами.

**Третьим видом** статистических группировок являются **аналитические**, цель которых – установить взаимозависимость между изучаемыми явлениями.

Сгруппировав пожары по различным признакам: по причинам и месту возникновения, времени тушения, гибели людей, фактору тушения (силы участвующие в тушении пожаров; причины, повлиявшие на развитие пожаров; средства, используемые при тушении пожаров) мы можем провести статистический анализ. Статистический анализ пожаров позволяет выявить закономерности причин и обстоятельств их возникновения, установить факторы, которые положительно и отрицательно влияют на положение дел с пожарами, оценить уровень работы подразделений ГПС МЧС России, прогнозировать возможную обстановку с пожарами на кратковременный и длительный периоды.

Статистический анализ приобретает еще большее значение в связи с тем, что группировки и качественные характеристики пожаров и последствий от них являются составной частью одного из проверяемых направлений (Организация и осуществление административной практики и дознания по делам о пожарах) и входит в сумму критериев оценки при проверке органов ГПН (см. Приказ МЧС России от 7 декабря 2005 г. № 876 «О критериях (показателях) деятельности органов государственного пожарного надзора»).

Особенно заметна аналитическая зависимость пожаров от климатических условий, состояния внедрения современных технических средств борьбы с пожарами, характера занятости людей, являющихся виновниками пожара.

Не следует считать, что анализ пожаров сводится к получению только цифровых показателей и констатации фактов. Применительно к органам ГПН структура статистического анализа пожаров выглядит так:

а) группировка пожаров по основным количественным и качественным показателям, заложенным в носителях информации (карточки учета пожаров (загораний), акты о пожаре, описания крупных пожаров и другая отчетность); составление схем, таблиц, графиков, карт, отражающих структуру и динамику пожаров; взаимосвязь пожаров, причин их возникновения и развития с демографическими, экономическими и другими факторами;

б) объяснения взаимосвязей и цифровых показателей, полученных в процессе статистического анализа, выявление и оценка положительных и отрицательных факторов, воздействующих на пожары, установление причин и явлений, влияющих на рост или сокращение материального ущерба от огня, оценка эффективности профилактической работы и организации тушения пожаров, выявление положительных форм и методов работы подразделений пожарной охраны для повсеместного их распространения и внедрения;

в) разработка на основе аналитических данных мероприятий текущего и перспективного характера, направленных на борьбу с пожарами, сокращение их числа и как следствие – уменьшение материального ущерба; принятие оперативных мер организационного и технического порядка, обоснованных статистическим анализом, как в части улучшения работы по профилактике пожаров, так и организации тушения пожара.

Очень важно, чтобы сопоставимые показатели статистического анализа пожаров относились к одной и той же территории, одинаковому периоду времени, определенному министерству и ведомству. Нельзя сравнивать общее количество пожаров, произошедших в январе, с пожарами, имевшими место в апреле, – это не сопоставимые данные. Разные погодные условия этих месяцев обуславливают совершенно различный характер пожаров.

Анализ статистических данных о пожарах и их последствиях должен охватывать возможно больший период времени. В этом случае имеется возможность объективно разобраться с факторами, влияющим на возникновение пожаров, вскрыть их закономерности, исключить случайность. Анализ статистической отчетности, как правило, выполняют применительно к районам города, городам, муниципальным образованиям, по месту пожаров (загораний), причинам их возникновения. В первую очередь выявляют города, районы, в которых наиболее часты пожары. Для установления взаимосвязи с экономическими и демографическими факторами необходимо располагать при анализе данными, характеризующими численность населения, внедрение современных средств пожарной автоматики, характер застройки населенных пунктов и другие показатели по субъекту Российской Федерации, городу или району.

Современные методики позволяют в значительной мере расширить аналитические возможности и перейти к прогнозу пожаров, что создает возможность уже в начале года выработать необходимые управленческие решения.

Более закономерен прогноз пожаров, полученный на основе повторяемости статистических показателей. В частности, анализ показывает, что в районах европейской части страны из года в год, наибольший «пик» пожаров приходится на май, в Сибири и на Дальнем

Востоке – на зимний период. Отсюда можно сделать ряд практических выводов по усилению профилактической работы, особенно в данные периоды.

Как уже отмечалось ранее анализ пожаров целесообразно проводить не по одному признаку, классифицирующему пожар, а по нескольким различным направлениям: по месту возникновения; по размеру причиненного огнем материального ущерба и т.д.

### **Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон Российской Федерации от 29 ноября 2007 г. № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации».
3. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ.
4. Федеральный закон Российской Федерации от 13 мая 1992 г. № 2761-1 «Об ответственности за нарушение порядка предоставления государственной статистической отчетности».
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре».
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 20 июня 2005 г. № 385 «О федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы».
7. Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: Указ Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 г. № 868.
8. Приказ МЧС России от 10 декабря 2008 г. № 760 «О формировании электронных баз данных учета пожаров (загораний) и их последствий».
9. Приказ МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714 «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий».
10. Приказ МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности».
11. Приказ Росстата от 23 декабря 2009 г. № 311 «Об утверждении статистического инструментария для организации МЧС России

- федерального статистического наблюдения за пожарами и последствиями от них».
12. Приказ Федеральной службы государственной статистики (Росстата) от 29 июля 2011 г. № 336 «Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за сельским хозяйством и окружающей природной средой».
  13. *Макаркин С.В., Семенов С.В.* Организация обеспечения пожарной безопасности: учебное пособие / под общ. редакцией С.В. Макаркина.–2-е изд., доп. (перераб.). – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2009. – 216 с.
  14. Обеспечение пожарной безопасности на территории Российской Федерации: Методическое пособие / С.П. Амельчугов, И.А. Болодьян, Г.В. Боков и др.; Под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2006. – 462 с.

## **Тема 8. Контроль за деятельностью органов государственного пожарного надзора**

### **Лекция. Осуществление контроля за исполнением государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности**

*Вопросы лекции:*

1. Порядок и формы контроля за исполнением государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности.
2. Статистическая отчетность по осуществлению государственного надзора в области пожарной безопасности.

#### **Вопрос № 1. Порядок и формы контроля за исполнением государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности**

В целях повышения эффективности надзорной деятельности работа органов ГПН должна контролироваться.

Контроль за организацией и осуществлением государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности производится в ходе **плановых и внеплановых проверок** деятельности органов ГПН региональных центров МЧС России, органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, территориальных отделов (отделений, инспекций) органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, органов ГПН специальных и воинских подразделений.

***Контроль за организацией и осуществлением государственной функции производится посредством проверки*** исполнения требований законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, Административного регламента МЧС России исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности.

Контроль осуществляется комиссиями с учетом специализации должностных лиц органов ГПН или индивидуально - наиболее подготовленным должностным лицом органов ГПН. В состав комиссии при необходимости могут быть включены представители пожарно-технических, научно-исследовательских и образовательных учреждений.

Основанием осуществления контроля является приказ (распоряжение) МЧС России.

Приказом (распоряжением) МЧС России председателем комиссии назначается должностное лицо органа ГПН. Данным приказом (распоряжением) определяется состав комиссии.

Контроль осуществляется в соответствии со служебным заданием, утвержденным начальником органа ГПН, осуществляющего контроль.

**Плановые проверки** органов ГПН региональных центров МЧС России, органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, территориальных отделов (отделений, инспекций) органов ГПН главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, органов ГПН специальных и воинских подразделений по организации и осуществлению ГПН планируются вышестоящими органами ГПН и проводятся не реже чем один раз в пять лет.

***В ходе плановых проверок проверяется и оценивается весь комплекс вопросов, касающихся организации и осуществления государственной функции, в том числе:***

полнота и законность исполнения требований нормативных правовых актов Российской Федерации, регламентирующих деятельность по организации и осуществлению государственной функции;

качество планирования работы с учетом анализа результатов надзорной деятельности в области пожарной безопасности, степень и своевременность исполнения запланированных проверок;

качество документов, оформляемых по результатам проверок;

состояние контроля за выполнением выданных предписаний;

обеспеченность законодательными, иными нормативными правовыми актами, регулирующими деятельность органов ГПН, а также законодательными, иными нормативными правовыми актами и нормативными документами по пожарной безопасности и методической документацией;

качество анализа результатов деятельности по осуществлению государственной функции и противопожарного состояния объектов защиты на обслуживаемой территории, эффективность принимаемых мер по обеспечению пожарной безопасности на объектах защиты;

полнота использования полномочий, предоставленных органам ГПН; принципиальность и требовательность руководства органов ГПН и должностных лиц органов ГПН при осуществлении проверок;

качество проверок деятельности должностных лиц органов ГПН и эффективность принимаемых мер по улучшению их работы;

соответствие организации проведения аттестации должностных лиц органов ГПН на соответствие их установленным квалификационным требованиям, порядку, установленному МЧС России;

осуществление взаимодействия и проведение совместных мероприятий с другими надзорными и контрольными органами;

использование в служебной деятельности компьютерной техники и новых информационных технологий;

использование средств массовой информации для противопожарной пропаганды;

организация и проведение служебной подготовки с должностными лицами органа ГПН.

По результатам проверки составляется акт, который представляется на утверждение должностному лицу, издавшему приказ (распоряжение), являющийся основанием осуществления контроля, и регистрируется в установленном порядке. Органом ГПН, в отношении которого проводилась проверка, в 10-дневный срок с момента утверждения акта проверки разрабатывается и согласовывается с должностным лицом, издавшим данный приказ (распоряжение), план мероприятий по устранению выявленных недостатков, а также назначаются ответственные лица по контролю за их устранением.

**Контрольная внеплановая проверка** проводится по решению вышестоящего органа ГПН с учетом сроков выполнения плана устранения недостатков, выявленных при инспектировании.

**Внеплановая проверка** назначается:

при осложнении обстановки с пожарами на обслуживаемой органом ГПН территории;

для оценки результатов работы по отдельным направлениям деятельности органа ГПН;

для проверки жалоб на действия (бездействие) и решения должностных лиц органа ГПН, принимаемые в ходе осуществления государственного пожарного надзора.

В ходе внеплановых проверок проверяется и оценивается комплекс вопросов, касающихся организации и осуществления ГПН, явившихся основанием для назначения **специальной проверки**.

Должностные лица органа ГПН при проверках обязаны оказывать практическую помощь подчиненным органам ГПН по организации и осуществлению федерального государственного пожарного надзора.

## **Вопрос № 2. Статистическая отчетность по осуществлению государственного надзора в области пожарной безопасности**

В целях анализа и совершенствования государственного надзора за выполнением установленных требований по гражданской обороне, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожарной безопасности, а также оптимизации порядка предоставления отчетности по осуществлению государственного надзора в сфере деятельности МЧС России Приказом МЧС России от 26 августа 2013 г. № 565 «О предоставлении отчетности по осуществлению государственного надзора в сфере деятельности МЧС России», утверждены и введены в действие с отчета за III квартал 2013 года следующие формы отчетности по осуществлению государственного надзора в области пожарной безопасности:



сведения о результатах осуществления государственного надзора за выполнением установленных требований пожарной безопасности на территории – **форма 1-ГПН** (квартальная с нарастающим итогом);

сведения о деятельности органов дознания государственного надзора за выполнением установленных требований пожарной безопасности на территории – **форма 2-ГПН** (квартальная с нарастающим итогом);

сведения об административно-правовой деятельности при осуществлении государственного надзора за выполнением установленных требований пожарной безопасности на территории – **форма 3-ГПН** (квартальная с нарастающим итогом);

сведения о кадровом составе подразделений государственного надзора за выполнением установленных требований пожарной безопасности на территории – **форма 4-ГПН** (полугодовая);

сведения по осуществлению государственного надзора за выполнением установленных требований пожарной безопасности на эксплуатируемой атомной электростанции – **форма 5-ГПН** (годовая);

сведения по осуществлению противопожарной пропаганды и обучению населения мерам пожарной безопасности на территории – **форма 6-ГПН** (полугодовая с нарастающим итогом);

сведения о потребности, наличии, техническом состоянии материально-технических средств для осуществления государственного надзора за выполнением установленных требований по гражданской обороне, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожарной безопасности на территории – **форма 7-МТО** (годовая);

сведения о размерах финансовых средств, израсходованных на оплату процессуальных издержек при осуществлении государственного надзора за выполнением установленных требований пожарной безопасности на территории – **форма 8-ГПН** (квартальная с нарастающим итогом);

сведения о результатах осуществления государственного надзора за выполнением установленных требований пожарной безопасности в сфере технического регулирования на территории – **форма 9-ГПН** (квартальная с нарастающим итогом);

сведения о финансовом обеспечении государственного надзора за выполнением установленных требований по гражданской обороне, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожарной безопасности – **форма 15-Ф** (годовая);

сведения об осуществлении государственного надзора за выполнением установленных требований пожарной безопасности в отношении органов местного самоуправления на территории – **форма 16-ГПН** (квартальная с нарастающим итогом);

сведения о противопожарном состоянии объектов, задействованных в проведении выборов на территории – **форма 17-ГПН** (по решению руководства МЧС России);

сведения о противопожарном состоянии детских оздоровительных лагерей, расположенных на территории – **форма 18-ГПН** (по решению руководства МЧС России);

сведения об осуществлении государственного надзора за выполнением установленных требований пожарной безопасности на объектах, используемых в качестве общежитий, расположенных на территории – **форма 19-ГПН** (квартальная с нарастающим итогом);

сведения о противопожарном состоянии объектов системы социальной защиты населения, здравоохранения и образования с круглосуточным пребыванием людей, расположенных на территории – **форма 20-ГПН** (квартальная с нарастающим итогом);

сведения о результатах профилактической работы в образовательных учреждениях, расположенных на территории – **форма 21-ГПН** (по решению руководства МЧС России);

сведения о ходе приемке школ к началу нового учебного года, расположенных на территории – **форма 22-ГПН** (по решению руководства МЧС России);

сведения о противопожарном состоянии объектов, задействованных в мероприятиях по обеспечению проведения общероссийской новогодней елки, расположенных на территории – **форма 23-ГПН** (по решению руководства МЧС России);

сведения о противопожарном состоянии мест проведения новогодних мероприятий с массовым пребыванием детей, расположенных на территории – **форма 24-ГПН** (по решению руководства МЧС России);

сведения об осуществлении государственного надзора за выполнением установленных требований пожарной безопасности в местах хранения и реализации пиротехнических изделий, расположенных на территории – **форма 25-ГПН** (по решению руководства МЧС России);

сведения об осуществлении государственного надзора за выполнением установленных требований пожарной безопасности в населенных пунктах, граничащих с лесными участками, расположенных на территории – **форма 26-ГПН** (по решению руководства МЧС России);

сведения о противопожарном состоянии садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединений граждан, граничащих с лесными участками и расположенных на территории – **форма 27-ГПН** (по решению руководства МЧС России);

сведения о противопожарном состоянии объектов транспорта, имеющих общую границу с лесными участками и расположенных на территории – **форма 28-ГПН** (по решению руководства МЧС России);

сведения о противопожарном состоянии критически важных объектов, имеющих общую границу с лесными участками, расположенных на территории – **форма 29-ГПН** (по решению руководства МЧС России);

сведения о противопожарном состоянии исправительных учреждений уголовно-исправительной системы, имеющих общую границу с лесными участками, расположенных на территории – **форма 30-ГПН** (по решению руководства МЧС России);

сведения о противопожарном состоянии объектов энергетики, имеющих общую границу с лесными участками, расположенных на территории – **форма 31-ГПН** (по решению руководства МЧС России);

сведения о противопожарном состоянии объектов экономики, имеющих общую границу с лесными участками и расположенных на территории – **форма 32-ГПН** (по решению руководства МЧС России).

Предоставление форм статистической отчетности по осуществлению государственного надзора в сфере деятельности МЧС России осуществляется в соответствии с планом-графиком (приложение № 33 Приказа МЧС России от 26 августа 2013 г. № 565 «О предоставлении отчетности по осуществлению государственного надзора в сфере деятельности МЧС России»).

Директор Департамента пожарно-спасательных сил, специальной пожарной охраны и сил гражданской обороны МЧС России (далее – ДПСС МЧС России), начальники региональных центров по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее – региональные центры) и Главного управления МЧС России по г. Москве организуют своевременный сбор и обобщение данных по формам отчетности в части касающейся, а также последующее представление отчетных документов в соответствии с Планом-графиком в электронном виде в:

федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» МЧС России (далее – ФГБУ ВНИИПО МЧС России) отдельно по каждому региональному центру, главному управлению МЧС России по субъекту Российской Федерации, каждой атомной электростанции, а также в целом по подразделениям федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, созданным в целях организации профилактики и тушения пожаров в закрытых административно-территориальных образованиях, особо важных и режимных организациях (далее – специальные подразделения ФПС ГПС);

федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (далее – ФГБУ ВНИИ ГОЧС МЧС России) отдельно по каждому региональному

центру, главному управлению МЧС России по субъекту Российской Федерации.

Начальники ФГБУ ВНИИПО МЧС России и ФГБУ ВНИИ ГОЧС МЧС России обеспечивают обработку и обобщение поступающих данных по формам отчетности и предоставляют их в соответствии с Планом-графиком в Департамент надзорной деятельности МЧС России в целом по Российской Федерации, специальным подразделениям ФПС ГПС, отдельно по каждому региональному центру, главному управлению МЧС России по субъекту Российской Федерации, атомной электростанции.

Приказом определен следующий порядок предоставления форм статистической отчетности по осуществлению государственного надзора в области пожарной безопасности:

№ п/п	Номер формы отчета	Сроки и порядок предоставления форм статистической отчетности			
		периодичность	ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации / специальные подразделения ФПС ГПС	Региональный центр, ДПСС МЧС России	ФГБУ ВНИИПО МЧС России, ФГБУ ВНИИ ГОЧС МЧС России
1	1-ГПН – 3-ГПН, 8-ГПН, 9-ГПН, 16-ГПН, 19-ГПН, 20-ГПН	квартальная	До 2 числа, следующего за отчетным периодом в региональный центр / ДПСС МЧС России (по подчиненности)	До 4 числа, следующего за отчетным периодом в ФГБУ ВНИИПО МЧС России	До 7 числа, следующего за отчетным периодом в ДНД МЧС России
2	4-ГПН, 6-ГПН	полугодовая	До 2 числа, следующего за отчетным периодом в региональный центр / ДПСС МЧС России (по подчиненности)	До 4 числа, следующего за отчетным периодом в ФГБУ ВНИИПО МЧС России	До 7 числа, следующего за отчетным периодом в ДНД МЧС России
3	5-ГПН, 7-МТО	годовая	До 2 числа, следующего за отчетным периодом в региональный центр / ДПСС МЧС России (по подчиненности)	До 4 числа, следующего за отчетным периодом в ФГБУ ВНИИПО МЧС России	До 7 числа, следующего за отчетным периодом в ДНД МЧС России
4	15-Ф	годовая	До 5 апреля года, следующего за отчетным периодом в региональный центр / ДПСС МЧС России (по подчиненности)	До 10 апреля года, следующего за отчетным периодом в ФГБУ ВНИИПО МЧС России	До 15 апреля года, следующего за отчетным периодом в ДНД МЧС России
5	17-ГПН, 18-ГПН, 21-ГПН – 32 ГПН	по решению руководства МЧС России	в региональный центр / ДПСС МЧС России (по подчиненности)	в ФГБУ ВНИИПО МЧС России	в ДНД МЧС России

Ответственность за достоверность сведений и своевременность сбора, обобщения, качество заполнения и предоставления форм отчетности возложена на начальников региональных центров, главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации и директора ДПСС МЧС России соответственно.

### **Нормативные правовые акты и рекомендуемая литература:**

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 20 июня 2005 г. № 385 «О Федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 мая 2010 г. № 367 «О единой межведомственной информационно-статистической системе».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре».
5. Приказ МЧС России от 26 августа 2013 г. № 565 «О предоставлении отчетности по осуществлению государственного надзора в сфере деятельности МЧС России».
6. Приказ МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности».



Министерство науки и высшего образования Российской  
Федерации Федеральное государственное бюджетное  
образовательное  
учреждение высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

**Кафедра геологии и защиты в чрезвычайных  
ситуациях**

## **Выполнение работ по профессии Пожарный**

### **Методические рекомендации по практической работе**

Для студентов обучающихся по направлению подготовки 20.02.04 «Пожарная  
безопасность»

Екатеринбург

## Введение

При возникновении чрезвычайной ситуации (ЧС) на первый план выходят аварийно-спасательные работы (АСР). От их правильной организации и быстрого ведения зависит жизнь и здоровье людей попавших в зону ЧС.

Лабораторный практикум разработан в соответствии с рабочей программой по аварийно - спасательным работам. Лабораторный практикум содержит общие сведения необходимые для выполнения лабораторных работ по курсу «Организация и ведение аварийно-спасательных работ». В частности, приводятся требования к отчету по выполненной лабораторной работе; указания к выполнению каждой лабораторной работы.

### *Требования к отчету по выполненной лабораторной работе*

1. Требования к структуре и содержанию Отчёт формируется в следующем порядке:

1. Титульный лист. Пример оформления титульного листа приведен на образце далее.

2. Цель работы. Приводится формулировка цели лабораторной работы. Формулировки цели для каждой лабораторной работы приведены в методических указаниях.

3. Задание. Приводится описание задания в соответствии с выданным вариантом.

4. Основная часть. В ходе работы описываются последовательно этапы выполнения работы с указанием результатов.

5. Вывод. Кратко описываются итоги проделанной работы, и приводится анализ полученных результатов.

Библиографический список. Содержит ссылки на книги, интернет ресурсы, использованные при выполнении работы. В основном тексте отчёта ссылки на пункты библиографического списка приводятся в следующем виде: [1, стр.2], где 1 – номер пункта, стр. 2 – дополнительное уточнение местоположения в тексте.

Отчет по работе выполняется индивидуально каждым студентом и подписывается им с указанием даты выполнения. Правильно выполненный отчет по предыдущей работе является одним из условий допуска к последующей работе.

2. Требования к оформлению отчёта

Отчёт по лабораторной работе выполняется на листах белой бумаги формата А4 в печатном виде.

При оформлении отчёта в печатном виде желательно соблюдать следующие требования. Для заголовков: полужирный шрифт, 14 пт, центрированный. Для основного текста: нежирный шрифт, 14 пт, выравнивание по ширине. Во всех случаях тип шрифта – Times New Roman, отступ абзаца 1.25 см, полуторный междустрочный интервал. Поля: левое – 2,5 см, правое – 1,5 см, остальные – 2 см.

При оформлении отчёта используется сквозная нумерация страниц, считая титульный лист первой страницей. Номер страницы на титульном листе не ставится. Номера страницы ставятся по центру внизу.

Указания предназначены для студентов направления 20.03.01(280700.62) «Техносферная безопасность».

В учебном пособии использованы авторские наработки в области быстровозводимых сооружений, необходимость использования которых возникает при проведении аварийно-спасательных работ [1-5], а также сотрудников кафедры в области снижения аварий на коммунальных энергетических сетях [6-12], применение которых приводит к снижению объема аварийно-спасательных работ. Использование и изучение указанных разработок в учебном процессе будет способствовать повышению уровня знаний студентов.

При выполнении лабораторных работ можно использовать дополнительную литературу [13-26].

## **Теоретическая часть**

### **Аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСДНР)**

Проведение АСДНР при чрезвычайных ситуациях (ЧС) мирного и военного времени является одной из основных задач МЧС РФ. Целью проведения АСДНР в зонах ЧС является спасение людей, оказание им медицинской помощи, локализация ЧС и создание условий для последующего проведения восстановительных работ.

АСДНР включают в себя спасательные и другие неотложные работы.

Аварийно-спасательные работы проводятся в целях спасения людей и включают в себя:

- ведение разведки маршрутов выдвижения формирований и участков (объектов) работ;



- локализацию и тушение пожаров на участках (объектах) работ и путях выдвижения к ним;
- розыск пораженных, извлечение их из поврежденных и горящих зданий, завалов, загазованных и задымленных помещений и т.п.;
- вскрытие разрушенных, поврежденных и заваленных защитных сооружений и спасение находившихся в них людей;
- подачу воздуха в заваленные защитные сооружения;
- оказание первой медицинской помощи пораженным и эвакуацию их в лечебные учреждения;
- эвакуацию людей из зон ЧС (при необходимости);
- санитарную обработку людей и обеззараживание их одежды, территорий, сооружений, техники, продовольствия, воды.

Другие неотложные работы проводятся с целью создания условий для проведения спасательных работ и восстановительных работ и включают в себя:

- устройство проездов и проходов в завалах и на зараженных участках;
- локализацию аварий на газовых, энергетических, водопроводных, канализационных, отопительных и технологических сетях;
- укрепление или обрушение конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом и безопасности людей при ведении работ;
- ремонт и восстановление разрушенных линий связи и коммунально-энергетических сетей (КЭС);
- обнаружение, обезвреживание и уничтожение взрывоопасных предметов;
- ремонт и восстановление поврежденных защитных сооружений (проводится только в условиях военного времени).

Большой объем работ в зонах ЧС невозможно провести в короткие сроки без применения различных технических средств. Для проведения АСДНР могут применяться все имеющиеся в народном хозяйстве виды строительных и дорожных машин и механизмов, техники коммунальных хозяйств городов.

В зависимости от вида проводимых работ все технические средства делятся на следующие группы:

машины и механизмы для вскрытия заваленных убежищ, разборки завалов, транспортировки грузов (экскаваторы, тракторы, бульдозеры, краны, самосвалы, лебедки, блоки, домкраты и т.п.); пневматический и гидравлический инструмент, который используется для

продельвания отверстий в кирпичных и бетонных стенах, перекрытиях заваленных убежищ с целью подачи в них воздуха или спасения укрываемых из заваленных защитных сооружений или завалов разрушенных зданий; оборудование для резки металлов (керосинорезы, бензорезы, автогенные электросварочные и газосварочные аппараты и т.п.); механизмы для откачки воды (насосы, мотопомпы, поливомоечные машины, пожарные машины, авторазливочные станции и т.п.); средства, обеспечивающие транспортировку по суше или переправу через водные преграды техники (прицепы-тяжеловозы, тягачи-трейлеры, баржи, паромы и т.п.); ремонтные и обслуживающие средства (ремонтные мастерские, станции обслуживания, бензо- и водозаправщики, осветительные станции, силовые электростанции, установки для добычи и очистки воды т.п.).

Спасение людей из-под завалов и находящихся на верхних этажах в поврежденных и горящих зданиях является основной задачей аварийноспасательных работ. Рассмотрим это подробнее.

Разведка завалов и определение мест нахождения людей

Основной целью разведки завалов и определения мест нахождения людей является уточнение в кратчайшие сроки общей обстановки в районе (на участке) предстоящих действий, сбор и своевременная передача данных, влияющих на выполнение формированием поставленной задачи.

Подразделениям разведки ставятся задачи: уточнение обстановки на маршруте ввода формирования на объект работ и на местности, непосредственно прилегающей к объекту; уточнение степени разрушения объекта, характера и размеров завалов, устойчивости сохранившихся конструкций; выявление характера, источников и масштабов вторичных поражающих факторов, препятствующих ведению аварийно-спасательных и других неотложных работ; определение состояния пострадавших на объекте работ, мест их блокирования, характера и объема работ по деблокированию, возможных способов деблокирования; уточнение характера, объемов и мест проведения других неотложных работ; уточнение мест, удобных для развертывания техники, пункта управления, медицинского пункта; непрерывное наблюдение за изменением обстановки в ходе ведения ава-

рийно-спасательных и других неотложных работ, своевременное предупреждение командира об изменениях обстановки и возникшей опасности.

При наличии на участке ведения работ очагов радиационного загрязнения, химического заражения или пожаров для разведки обстановки могут высылаться специальные разведывательные дозоры химической, пожарной разведки.

Разведка ведется осмотром местности, препятствий, завалов, разрушенных и поврежденных зданий и сооружений, с помощью приборов разведки, а также наблюдением. Для осмотра отдельных объектов в стороне от направления действий дозора могут высылаться дозорные.

Особое внимание уделяется обнаружению мест нахождения пострадавших, определению их состояния и способов их деблокирования.

Специалисты (инженеры, химики, пожарные и медицинские работники), действующие в составе подразделений разведки, выявляют и уточняют обстановку применительно к поставленным задачам. Участки заражения, подтопления, пожара, обходы завалов, неустойчивые конструкции обозначаются в установленном порядке.

#### Способы и технологии поиска пострадавших

Поиск пострадавших имеет целью обнаружение места их нахождения, уточнение условий их нахождения и состояния, установление с ними звукового или визуального контакта, определение примерного объема и характера необходимой им помощи.

Основными способами поиска пострадавших являются:

сплошное визуальное обследование участка спасательных работ (здания); поиск с помощью специально обученных собак (кинологический способ); поиск с помощью специальных приборов; поиск по свидетельствам очевидцев.

Выбор способов поиска производится исходя из наличия соответствующих сил, средств поиска и условий на участке (объекте) работ.

При постановке задачи подразделению поиска пострадавших указываются:

обстановка на участке (объекте) поиска;

место начала поиска;

время начала и завершения поиска;

порядок обозначения мест нахождения

пострадавших; место развертывания медицинского

пункта; место сосредоточения по завершении работ; порядок поддержания связи и информации; основные меры безопасности.

Поиск пострадавших способом сплошного визуального обследования осуществляется подразделениями поиска пострадавших, разведчиками спасательных формирований.

Количество поисковых подразделений определяется исходя из условий ведения поиска (площади и высоты завалов, количества и характера разрушения зданий, ожидаемого количества пострадавших, времени суток и состояния погоды).

Для непосредственного проведения поиска указанные подразделения распределяются на расчеты численностью 2 — 3 человека. Участок поиска делится на полосы шириной 20 — 50 м, назначаемые каждому расчету. Ведущие поиск двигаются на удалении друг от друга, обеспечивающем взаимную видимость и возможность переговариваться.

Расчеты оснащаются шанцевым инструментом, средствами обозначения мест нахождения пострадавших, средствами индивидуальной защиты, средствами связи и средствами оказания первой медицинской помощи. В темное время суток они оснащаются средствами освещения, а при необходимости вести поиск в многоэтажных поврежденных и разрушенных зданиях — альпинистским снаряжением.

Технология поиска пострадавших в зоне завалов визуальным обследованием включает:

внешний осмотр участка поиска (завала);  
выбор наиболее рационального и безопасного маршрута движения поискового расчета; движение по участку (завалу), осмотр завала с просушиванием возможных сигналов пострадавших (стонов, криков) и подачей звуковых сигналов пострадавшим через каждые 5—10 м движения; обозначение мест нахождения пострадавших по усыновленному с ними звуковому или визуальному контакту; определение состояния и условий блокирования пострадавших по результатам смотра или контакта; оказание (при возможности) первой медицинской помощи пострадавшим; устранение или ограничение (при необходимости и возможности) воздействия на пострадавших вредных и опасных факторов.

Технология поиска пострадавших в разрушенном или полуразрушенном здании включает:

внешний осмотр здания, выбор безопасных подходов к нему и мест проникновения во внутренние помещения; обследование окон, сохранившихся балконов, провалов стен; последовательный осмотр этажей с обходом на каждом из них всех сохранившихся и поврежденных помещений, включая и те поврежденные помещения, доступ в которые удастся обеспечить силами поисковой группы; подачу звуковых сигналов пострадавшим, прослушивание сигналов по-

страдавших; обозначение мест нахождения пострадавших;

установление с пострадавшими визуального или звукового контакта, определение (при возможности) их состояния и условий нахождения; оказание, по возможности, пострадавшим первой медицинской помощи; устранение или ограничение (при необходимости и возможности) воздей-

ствия на пострадавших вредных и опасных факторов.

Поиск пострадавших с помощью специально обученных собак (кинологический способ) наиболее эффективен в 1—6 сутки с момента образования завала. Для осуществления поиска пострадавших этим способом назначаются специально подготовленные расчеты (инструктор-кинолог и собака).

Для ведения поиска с использованием специальных приборов назначаются специальные подразделения, оснащенные акустическими, сейсмическими приборами поиска, тепловизорами, телевизионными системами поиска.

Для ведения поиска по свидетельству очевидцев назначается специальная группа (группы). Кроме того, опрос очевидцев ведется спасателями в ходе ведения работ, а также специалистами из состава органов управления.

Опрос производится среди:

спасенных (деблокированных) пострадавших; жильцов домов (подъездов), подвергшихся разрушению; работников предприятий (учреждений), не пострадавших в момент разрушения зданий; представителей администрации жилищных учреждений, преподавателей

школ и других учебных заведений, сотрудников детских учреждений, подвергшихся разрушению; очевидцев (свидетелей), оказавшихся рядом с пострадавшими объектами; личного состава подразделений (формирований), выполняющих аварийно-спасательные работы.

Опрос ведется в местах (на объектах) ведения поисково-спасательных работ, в пунктах сбора пострадавших, в медицинских пунктах и лечебных учреждениях, в местах временного расселения людей, в пунктах посадки эвакуируемых на транспорт.

В ходе опроса выясняются следующие данные: возможные места нахождения и количество пострадавших, кратчайшие и наиболее безопасные пути доступа к ним, обстановка в местах возможного нахождения пострадавших, состояние пострадавших и требующаяся им помощь, количество и фамилии людей, находившихся на работе (учебе) в момент обрушения здания, места их работы.

По результатам поиска старшие поисковых групп составляют донесения в виде схемы участка поиска с обозначением мест возможного нахождения пострадавших. Схемы немедленно передаются командиру формирования (подразделения), ведущего спасательные работы.

При поиске тщательно обследуются все места возможного нахождения пораженных, прежде всего подвальные помещения, не приспособленные для укрытия людей, наружные оконные и лестничные приямки, приямки лестничных клеток, околостенные пространства нижних и этажей зданий (снаружи и изнутри), а также различные дорожные сооружения (трубы, кюветы). При осмотре поврежденных зданий, прежде чем войти в них, необходимо определить состояние стен и нависающих конструкций и, убедившись, что не произойдет их обвал, начинать осмотр внутренних помещений.

Вблизи от мест возможного нахождения заваленных следует периодически останавливаться, окликать пострадавших и прислушиваться к звукам. Когда будет установлено, что под завалами находятся люди, необходимо попытаться установить с ними связь, путем переговоров или перестукиванием и по возможности выявить их численность, наличие и состояние пострадавших.

Способы и порядок спасения людей, находящихся в завалах

Способ извлечения людей из-под завала зависит от высоты и состояния завала. Выбирается тот способ, который менее трудоемок и обеспечивает безопасность людей, находящихся под завалом.

Способ и технология спасения конкретного пострадавшего определяется командиром (начальником) спасательного формирования на основе данных разведки и оценки обстановки на месте нахождения пострадавшего.

При этом оцениваются: условия, в которых находится пострадавший (завален обломками строительных конструкций, блокирован в заваленном помещении, блокирован на верхних этажах или крыше поврежденного здания и т. п.); структура завала и его масштабы, глубина нахождения пострадавшего, состояние разрушенного здания, наличие безопасных подходов к нему, основные опасные факторы; наличие контакта с пострадавшим, его состояние, продолжительность нахождения в завале (блокированном помещении); наличие средств, необходимых для спасения пострадавших в данных условиях, их возможности; наличие вторичных поражающих факторов, затрудняющих ведение спасательных работ, их характер, масштабы, источники; время суток, года и состояние погоды.

На основе этого принимается решение, в котором определяются: наиболее рациональный способ спасения пострадавшего; необходимое количество сил и средств для выполнения задачи; технология выполнения работы с учетом местных условий; время, необходимое для выполнения задачи; мероприятия, которые требуется выполнить в первую очередь; меры безопасности при выполнении работ.

При определении времени на выполнение задачи учитываются условия ведения работ.

Способы и технологии деблокирования пострадавших из завалов

Пострадавшие, находящиеся под обломками строительных конструкций, в зависимости от структуры завала, глубины их нахождения, а также от возможностей имеющихся технических спасательных средств, деблокируются путем разборки завала сверху или сплошной горизонтальной разборкой, либо устройством лаза в завале.

Технология деблокирования пострадавших путем разборки завала сверху применяется при нахождении пострадавших на небольшой глубине от поверхности завала, на некотором удалении от его края.

При завале из мелких обломков для выполнения работы назначается подразделение (5 — 6 спасателей) с аварийно-спасательным инструментом (гидравлические кусачки, ручная отрезная машина, шанцевый инструмент).

Работа ведется поочередно, 2 — 3 спасателя разбирают и извлекают обломки, 2 — 3 — относят их в отвал.

При нахождении пострадавшего в завале из крупных обломков железобетонных, бетонных конструкций и кирпичных глыб для выполнения работ по деблокированию назначается подразделение (6—10 спасателей) со средствами механизации работ и аварийно-спасательным инструментом (автокран грузоподъемностью не менее 10—16 т с большим вылетом стрелы или лебедка, бульдозер, самосвал, компрессорная станция с комплектом пневмоинструмента, гидравлические кусачки или ручная отрезная машина, домкрат, шанцевый инструмент, поддон для выноса мелких обломков).

При достижении возможности дальнейшего проникновения спасателей к пострадавшему без применения средств механизации, их работа немедленно прекращается и деблокирование осуществляется вручную.

Технология деблокирования пострадавших из завала путем сплошной горизонтальной разборки применяется при нахождении пострадавших на значительной глубине от поверхности завала и отсутствии в завале полостей, позволяющих деблокировать пострадавших путем их расширения или прodelывания лаза в теле завала.

Для выполнения задачи назначается подразделение спасателей в количестве 5 — 6 человек, усиленное средствами механизации (автокран грузоподъемностью не менее 10 —16 т, бульдозер, самосвал, компрессорная станция с комплектом пневмоинструмента, фронтальный автопогрузчик, аварийноспасательный инструмент).

Ширина образуемого прохода в завале должна быть в пределах 3,5 — 4 м, обеспечивать условия для работы применяемых технических средств, глубина — от поверхности земли до поверхности завала.

Работы по деблокированию пострадавших путем разборки завала должны вестись в сочетании с мерами по предотвращению смещения элементов завала, фиксации неустойчивых элементов (применяя домкраты, штанги с изменяющимися размерами, распорки и др.), сохранению их в



положении устойчивого равновесия с целью обеспечения безопасности спасателей и пострадавших в завале.

Средства механизации, работа которых сопровождается ударными нагрузками или вибрацией, следует применять в начале разборки завала. На завершающем этапе работ деблокирование пострадавшего осуществляется только с помощью ручного инструмента.

Технология деблокирования пострадавших путем устройства лаза в завале применяется в основном при нахождении пострадавших в завалах, состоящих из крупных обломков строительных конструкций.

Основным методом деблокирования в этих условиях является расширение имеющихся полостей и пустот и теле завала с использованием специальных средств и одновременной фиксацией неустойчивых элементов.

Основные способы расширения полостей:

расширение в вертикальном направлении с использованием домкратов; расширение в горизонтальном направлении (одностороннее и двухстороннее) с помощью домкратов и подушек; расширение в сферическом направлении — по радиусам полусферы, центром которой является осевая линия лаза — с помощью домкратов и подушек.

С учетом характера завала указанные способы могут применяться в комплексе.

Работы по расширению лаза проводятся в комплексе с фиксацией перемещенных обломков и укреплением свода лаза с использованием табельных средств фиксации (штанги с изменяющимися размерами), а также подручными средствами (обломки конструкций).

Способы крепления должны обеспечить устойчивость прилегающей части завала в продольном и поперечном направлениях.

Резка арматуры производится ножницами или ручной отрезной машиной.

Газовые горелки и керосинорезы применяются только в условиях, когда обеспечивается полная пожарная безопасность и исключается загазованность завала.

Сечение лаза в свету должно быть не менее 0,5 — 0,6 м<sup>2</sup>, углы поворота не более 90° должны обеспечивать эвакуацию пострадавшего из завала на волокуше. В месте нахождения пострадавшего сечение лаза в свету должно быть от 0,8 до 1,0 м<sup>2</sup> и обеспечивать условия для оказания пострадавшему экстренной медицинской помощи и подготовку его к эвакуации из завала. Для оборудования лаза назначается 5 — 6 спасателей. При необходимости

расчистки подхода к месту оборудования лаза применяется бульдозер или экскаватор. Способы и технологии деблокирования пострадавших из заваленных помещений

В зависимости от степени разрушения зданий, сооружений и места расположения заблокированных людей, основными способами деблокирования их из заваленных помещений являются пробивка проемов в стенах или в перекрытиях, устройство проходов к заваленным дверям или оконным проемам.

Размеры проемов должны обеспечивать беспрепятственную эвакуацию пострадавших, утративших способность к самостоятельному передвижению (площадь проема в свету 0,5 —1,0 м<sup>2</sup>, стороны проема 0,6—1,0х0,8—1,0 м, нижняя кромка проема на высоте 0,7 —1,2м над уровнем пола (поверхности земли)).

Пробивка проемов в наружных стенах осуществляется:

с применением гидромолота;

с использованием передвижного станка алмазного сверления;

с применением ручной отрезной машины.

Проходы к заваленным дверям и оконным проемам оборудуются путем разборки завалов вручную или с применением средств механизации работ, а в металлических заклиненных дверях — с использованием газопламенной резки или ручной отрезной машины.

При пробивке проема в наружных стенах разрушенных и поврежденных зданий и сооружений предварительно осуществляется расчистка рабочей площадки или разборка завала у стены с целью создания условий для размещения и эффективной работы применяемой техники.

Разборка завала в этих условиях производится с применением автокрана, бульдозера или экскаватора способом последовательного извлечения обломков строительных конструкций и перемещения их в сторону от образуемого прохода. При завалах высотой более 2 м расчищается площадка размером не менее 2 х 2,5 м.

При использовании для разборки завала экскаватора или крана, рабочая площадка должна обеспечивать поворот платформы машины на 90° при расстоянии стрелы от стены здания не менее 0,5 м. Ось копания должна проходить параллельно стене или под углом 10 —15° к стене.

При разборке завала вручную назначается подразделение (8 — 10 человек) с ручным инструментом. Крупные обломки расчленяются и

извлекаются из завала с помощью лебедки. Лебедка должна быть установлена не ближе 1 м от края выработки.

Для проделывания проемов в наружных железобетонных стенах толщиной 300-500 мм применяется навесной гидромолот.

Для пробивки проема назначается подразделение в количестве 4-5 человек, один экскаватор с навешенным гидромолотом, установка газокислородной резки металла. В процессе работы (по мере пробивки проема) производится резка арматуры и обрушение выбитых обломков стены.

Этот способ применяется при отсутствии опасности обрушения поврежденных конструкций от виброударного воздействия при пробивке проема, а также безопасном положении деблокируемых людей.

Ручная отрезная машина применяется для проделывания проемов в каменных и бетонных стенах и перекрытиях толщиной не более 26 см. Для выполнения работы назначается расчет в составе 2 — 3 человек с отрезной машиной, домкратами (лебедкой), шанцевым инструментом.

Способ алмазного сверления применяется для проделывания проемов в кирпичных, каменных и железобетонных стенах (перекрытиях). Для выполнения задачи назначается подразделение в составе 4 — 5 человек, в том числе механик-моторист алмазного сверления.

Техническое оснащение: установка алмазного сверления с мощностью электродвигателя не менее 2 кВт, кольцевые алмазные сверла диаметром 80—125 мм, шанцевый инструмент, домкрат (лебедка), ручная отрезная машина.

Сверление производится по контуру проема. Отверстия бурятся рядом (сопряженными) или на некотором расстоянии друг от друга.

При сверлении бетонных и железобетонных конструкций толщиной до 300 мм, кирпичных и керамзитобетонных конструкций толщиной свыше 300 мм, шаг сверления больше диаметра сверла на 30 мм.

При сверлении кирпичных и керамзитобетонных конструкций толщиной до 300 мм шаг сверления больше диаметра сверла на 50 мм, а бетонных и железобетонных конструкций — на 20 мм.

Все отверстия рекомендуется недосверливать до противоположной стороны на 20 мм для бетонных конструкций и на 30 мм для кирпичных и керамзитобетонных конструкций.

Сверление отверстий глубиной более 300 мм осуществляется последовательно, с периодическим выводом сверла из отверстия и извлечением керна с помощью керноотборника.

При сверлении необходимо следить за скоростью подачи сверла во избежание его заклинивания, особенно при сверлении участков конструкций, где имеется арматура.

Перегородки между сверлениями разрушаются монтажным ломом, начиная с верхнего левого или правого угла вниз по часовой стрелке.

Удаление блока проема из конструкции стены осуществляется его выдавливанием или вытягиванием на рабочую площадку с помощью лебедки, при этом крюк лебедки заводится в специально пробуренное отверстие в верхней части проема и натяжением лебедки блок опрокидывается.

Проемы во внутренних стенах зданий толщиной менее 250 мм прodelываются ручной отрезной машиной.

Разборка завала сверху производится только в тех случаях, когда пострадавшие находятся близко к поверхности завала. При разборке следует соблюдать меры предосторожности, не допускать резких рывков при извлечении крупных элементов конструкций и их раскачивания, так как этим можно нарушить связь между обломками, вследствие чего возможно самопроизвольное перемещение отдельных элементов и осадка всего завала.

Откапывание заваленных по возможности производится начиная с головы, затем освобождаются плечи, туловище и ноги.

Извлечение пораженных из-под завала путем устройства горизонтальной или наклонной галереи применяется в том случае, когда другие способы окажутся неприемлемыми. Проходка галереи — чрезвычайно трудоемкая работа и очень важно выбрать такое направление проходки, которое бы по возможности кратчайшим путем вело к пораженным, давало возможность использовать пустоты в завале, проходило через участки, состоящие из мелких обломков, и в то же время обеспечивало устойчивость завала.

Галереи устраиваются сечением 0,8 x 1 м. При проходке галереи устанавливаются крепления, элементы которых могут быть заготовлены заранее или изготавливаются непосредственно в ходе проходки галереи из обломков деревянных конструкций завала.

Проходка галереи ведется группой из 6 человек. Работы организуются посменно, по 3 человека в смене, и ведутся следующим образом: один человек разбирает завал, двое убирают обломки и устанавливают крепления.

Смена производится через 20 — 30 мин.

Группа спасателей обычно должна иметь: лом, две лопаты, два топора, две кирки, пилу-ножовку, поперечную пилу, два удлиненных зубила, кувалду, керосинорез, а при работе ночью иметь два аккумуляторных фонаря.

Способы и порядок спасения людей, находящихся на верхних этажах поврежденных и горящих зданий

Спасение пострадавших с верхних этажей (уровней) разрушенных зданий, в зависимости от обстановки и имеющихся технических средств спасения, осуществляется:

с применением автолестниц, автовышек и автоподъемников;

с использованием вертолета;

по сохранившимся или временно восстановленным лестничным маршам; с использованием канатной дороги; с применением спасательного рукава; с использованием альпинистских средств.

Способ спасения определяет командир подразделения спасателей на основе оценки обстановки, возможностей имеющихся средств спасения и состояния пострадавших. При этом оцениваются:

условия, в которых находятся пострадавшие, состояние подходов к разрушенному зданию, устойчивость конструкций, наиболее безопасное и удобное направление ведения спасательных работ; количество пострадавших, их местонахождение, физическое и психическое состояние; возможности имеющихся спасательных средств применительно к сложившейся обстановке; время года, суток, состояние погоды, их возможное влияние на ведение работ.

На основе оценки обстановки определяются:

наиболее рациональный и безопасный способ спасения пострадавших в данной обстановке; необходимые силы и средства; порядок спасения в данных условиях; основные меры безопасности.

При постановке задачи подразделению, назначенному для спасения пострадавших с верхних этажей (уровней) разрушенных зданий, указывается: обстановка на объекте спасательных работ; задача подразделения, способ спасения; время на выполнение задачи; меры безопасности; порядок эвакуации;

место развертывания медицинского пункта;  
место пункта управления, порядок связи.

Спасение пострадавших с верхних этажей (уровней) разрушенных зданий с использованием пожарных автолестниц АЛ-30 (АЛ-131) применяется при нахождении пострадавших на высоте до 30 м и наличии площадки для развертывания автолестницы размером не менее 11,5 х 4,5 м на расстоянии около 10 м от здания, при уклоне местности не более 6°. Работы выполняются подразделением численностью 5 человек.

Автолестница устанавливается на расстоянии, обеспечивающем выдвигание и прислонение ее к заданной точке (окно, балкон, кровля) в пределах допустимого угла наклона и вылета при заданной длине (около 8 — 10 м от разрушенного здания), и ставится на тормоза. Не допускается установка автолестницы на сыпучих и свежееуложенных грунтах, на люках колодцев, шахт, гидрантов, мостиках и канавах. Выдвигание лестницы осуществляется на 1 -1,5 м выше места нахождения пострадавших с углом наклона 50 — 75°. Верхний конец лестницы по возможности фиксируется за устойчивую конструкцию здания.

Подготовка пострадавших к спуску осуществляется поднявшимися к ним спасателями и включает разъяснение правил спуска по лестнице, определение очередности и способа спуска.

Спуск пострадавших осуществляется с учетом их состояния — самостоятельно или с помощью спасателя.

Спуск пострадавших по неприслоненной лестнице производится только в случае, если она выдвинута на длину не более указанной на секторе измерителя углов наклона. При угле наклона до 50° подъем и спуск производится по одному человеку. При угле наклона свыше 50° — одновременно по два человека с расстоянием 10 м между ними.

По прислоненной лестнице пострадавшие могут спускаться цепочкой с расстоянием между ними не менее 3 м. Передвижение должно осуществляться «не в такт» во избежание возникновения резонансных колебаний лестницы.

При прокладке вдоль лестницы рукавного ствола расстояние между спускаемыми увеличивается до 8 м, лестница при этом выдвигается не более чем на 2/3 длины. Спуск пострадавших с лестницы на землю страхуется спасателем, оставшимся внизу.

Спасение пострадавших с верхних этажей разрушенных зданий с использованием автовышки ВС-22МС или автоподъемника применяется для спасения пострадавших, находящихся на высоте не более 10 м, при наличии

рядом с разрушенным зданием площадки с уклоном не менее 3°. Для выполнения спасательных работ этим способом назначается расчет автовышки и 2 — 4 спасателя.

Автовышка устанавливается на подготовленную площадку. Для обеспечения устойчивости под колеса подкладываются инвентарные упоры, боковые упоры устанавливаются на инвентарные деревянные подкладки. Телескопическая часть выверяется по откосу.

Осуществляется проверка работы автовышки на холостом ходу подъемом на полную высоту до момента автоматического выключения и спуском люльки (площадки) в исходное положение. При подъеме и спуске проверяются устойчивость машины, плавность подъема и спуска рабочей платформы, надежность работы предохранительных устройств.

Для подготовки к спуску и организованного спуска пострадавших к месту их нахождения на высоте поднимаются 1 — 2 спасателя. Они определяют порядок, очередность и меры безопасности при спуске с учетом физического и морального состояния пострадавших.

Посадку и высадку пострадавших страхуют спасатели. Люлька (платформа) загружается пострадавшими с учетом их состояния, в соответствии с которым они могут опускаться сидя, стоя и лежа. Прием пострадавших на грунте страхуется 1 — 2 спасателями.

Спасение пострадавших с использованием вертолета применяется для спасения пострадавших с крыш высотных и многоэтажных разрушенных зданий, а также из других зданий и сооружений при затруднении использования других способов спасения.

Для выполнения спасательных работ этим способом назначается экипаж вертолета и 2 — 3 спасателя, имеющих специальную подготовку.

Спасение пострадавших по сохранившимся и восстановленным лестничным маршам применяется в основном для спасения людей, заблокированных во внутренних помещениях разрушенного дома, а также пострадавших, получивших травмы и неспособных или ограниченно способных самостоятельно двигаться, при невозможности использования других способов спасения.

Технология спасения пострадавших по сохранившимся и восстановленным лестничным маршам, в зависимости от характера разрушений здания, может включать следующие операции:

проведение рекогносцировки разрушенного здания, выбор пути эвакуа-

ции пострадавших и определение характера и объема работ по укреплению и восстановлению лестниц; подготовка конструкций и материалов для укрепления и восстановления лестниц; пробивка проемов, в случае необходимости деблокирования пострадавших, для вывода их к сохранившимся и восстановленным лестницам; подготовка пострадавших к эвакуации; оказание нуждающимся первой медицинской помощи; эвакуация пострадавших из здания, вынос их на пункт сбора пострадавших или в медицинский пункт.

Пробивка проемов в стенах для вывода (выноса) пострадавших из заблокированных помещений к сохранившимся и восстанавливаемым лестничным маршам осуществляется в соответствии с требованиями, представленными выше.

Временное восстановление поврежденных элементов конструкций лестничных клеток осуществляется:

установкой временных опор под поврежденные лестничные марши и площадки; усилением соединений поврежденных лестничных маршей с лестничными площадками и установкой дополнительных крепежных деталей.

При обрушении части лестничных маршей вместо них оборудуются временные переходы (мостики, настилы, трапы) с креплением их к сохранившимся конструкциям.

При любом способе укрепления (временного восстановления) лестничных маршей, прежде чем использовать их для спасения пострадавших, необходимо проверить их устойчивость и несущую способность.

Для укрепления лестничного марша или лестничной площадки используются деревянные стойки диаметром не менее 10—12 см. Работа выполняется расчетом в составе трех человек. Если стойка устанавливается в конце марша, то установка прокладки и вбивание клина под нее осуществляются под низ стойки, при установке стойки в середине марша прокладка устанавливается и вбивается клин между маршем и стойкой.

При необходимости усиления соединения лестничного марша с лестничной площадкой устанавливаются дополнительные крепежные детали (армированные шпонки или болты). Связь лестничных маршей с лестничными площадками может быть усилена также дополнительной сваркой проектных деталей.



При обрушении отдельных участков лестничных маршей и лестничных площадок вместо них устанавливаются временные переходы из досок и брусьев, скрепленных болтами, хомутами, гвоздями, оборудуются временные перила.

Способ спасения людей с верхних этажей (уровней) зданий с использованием канатной дороги применяется при блокировании людей на верхних этажах разрушенных зданий, до 10 этажа включительно, при невозможности использовать другие способы спасения. Для выполнения задачи назначается подразделение спасателей в составе 5 — 6 человек.

Способ спасения людей с верхних этажей (уровней) здания с использованием спасательного рукава применяется в условиях, аналогичных изложенным выше. Для выполнения задачи назначается подразделение спасателей в составе 5 — 6 человек.

Способ спасения людей с верхних этажей (уровней) здания с использованием веревочной лестницы или спасательной веревки применяется для спасения пострадавших с верхних этажей разрушенных зданий высотой 3-5 этажей при невозможности применить иные способы спасения.

Для выполнения задачи назначается подразделение спасателей в количестве 3—4 человека. Спасение осуществляется с применением «беседки», грудной обвязки или косынки.

Способы эвакуации пострадавших с мест блокирования

Эвакуация пострадавших с мест блокирования на пункт сбора пострадавших осуществляется, как правило, в два приема: с мест блокирования до рабочей площадки — силами деблокировавших их спасателей; с рабочей площадки на пункт сбора пострадавших — специально назначенным для этого расчетом в составе 2- 3 человек.

При эвакуации пострадавших из многоэтажных зданий, а также при большом количестве пострадавших, находящихся на разных уровнях, эвакуация может проводиться в три приема: с верхних этажей и подвалов — на нижние этажи со свободным доступом к путям эвакуации; с нижних этажей — на рабочую площадку; с рабочей площадки — на пункт сбора пострадавших.

В случае, когда по условиям обстановки эвакуация пострадавших с верхних этажей вниз невозможна, они выносятся на крышу здания (верхний сохранившийся этаж) и эвакуируются с помощью вертолета или канатной дороги.

Непосредственное руководство эвакуацией пострадавших осуществляет старший начальник на данном участке (объекте) спасательных работ.

Способ эвакуации пострадавших определяется в зависимости от особенностей блокирования, состояния пострадавших, протяженности пути эвакуации, наличия средств транспортирования.

Соответственно, эвакуация может осуществляться с помощью табельных и подручных средств транспортировки (носилок, лямок, носилочных лент, плащ-палаток, спускающих устройств, кусков ткани и т. п.) или вручную одним или несколькими спасателями.

В зависимости от тяжести поражения пострадавшие могут спускаться и подниматься в вертикальном или горизонтальном положении.

При эвакуации любым способом пострадавший должен находиться в таком положении, чтобы его взгляд был обращен в сторону движения, за исключением эвакуации по поднимающемуся пути. В этом случае голова пострадавшего должна быть обращена в сторону движения (находиться выше ног).

Эвакуация пострадавших из завалов при деблокировании их путем оборудования лаза в завале, проходки галереи в грунте под завалом, а также в других условиях, когда путь эвакуации стеснен, проводится, в зависимости от состояния пострадавшего, путем:

отволачивания при сложенных друг на друга или связанных запястьях рук пострадавшего; отволачивания, при котором спасатель двигается на спине и тянет за собой эвакуируемого; отволачивания с помощью двух треугольных кусков ткани; отволачивания с помощью куска ткани (одеяла, палатки).

При деблокировании пострадавших из заваленных помещений и завалов путем их разборки и в других условиях, когда пути эвакуации позволяют двигаться в полный рост, эвакуация осуществляется спасателями путем переноски:

на плечах при стоящем пострадавшем; на плечах в сидячем положении пострадавшего; на спине в сидячем положении пострадавшего; на руках двумя спасателями; на носилках двумя или четырьмя спасателями.

Эвакуация пострадавших с верхних этажей разрушенных зданий, в зависимости от их состояния, условий нахождения, а также наличия спасательных средств может осуществляться:

спуском пострадавшего спасателем по приставной лестнице иноходью; переноской вниз по приставной лестнице в положении наездника; спуском пострадавшего с помощью спасательной веревки в «беседке»; спуском с помощью спасательной веревки и грудной обвязки; спуском на горизонтально подвешенных носилках и грузовых веревках; спуском на носилках с помощью канатной дороги.

При эвакуации пострадавших следует по возможности обеспечивать им функциональные положения, облегчающие страдания и предупреждающие возникновение осложнений.

Необходимые положения пострадавших при эвакуации на носилках:

при переломе в грудном и поясничном отделах позвоночника — на животе, с прогибанием в спине (для того под голову и плечи подкладываются какие-либо свернутые мягкие предметы); при переломе таза — на спине с валиком под коленями и со слегка согнутыми и разведенными ногами; при повреждении конечностей — ноги должны находиться в приподнятом положении, при переломе руки пострадавший укладывается на противоположный бок, лежащая ниже нога согнута в колене для удерживания тела на боку;

при обморочном состоянии и при большой потере крови — голову повернуть набок и укладывать без подушки, бедра и колени приподнять; при ранении головы (лица, черепа) — верхняя часть туловища и голова должны быть приподняты, голова повернута набок для предупреждения удушья; при ранении передней части шеи и дыхательного горла (трахеи) — переносить в сидячем положении с наклоном головы вперед так, чтобы подбородок касался груди; при ранении груди — на спине с умеренно приподнятой грудной клеткой и головой, а в случае затрудненного дыхания — в полусидячем положении; при ранении живота — на спине с мягким валиком под колени, ноги согнуты в коленях и разведены по возможности выше и шире.

При эвакуации пострадавшего в состоянии психического возбуждения — ввести успокаивающие лекарственные средства, принять меры по

предотвращению его падения (фиксация на носилках, выделение сопровождающих). При переноске на носилках не рекомендуется двигаться в ногу. Подъем и опускание носилок осуществляются по команде старшего.

Особенности оказания первой помощи при синдроме длительного сдавливания

Если у находящегося под завалом пострадавшего конечность не освобожд-

дается от сдавливания длительное время, то боль, которая вначале сдавливания была очень сильной, через несколько часов притупляется и пострадавший может чувствовать себя удовлетворительно.

Высвобождение находившейся под завалом конечности без предварительного наложения кровоостанавливающего жгута или закрутки часто приводит к резкому ухудшению состояния пострадавшего с падением артериального давления, потерей сознания, непроизвольным мочеиспусканием. Такое состояние получило название **краш-синдром** — синдром длительного сдавления (СДС).

Синдром длительного сдавления развивается в результате выброса в кровь миоглобина и других токсических продуктов, которые образовались при некробиотических изменениях в сдавленных тканях (омертвление сдавленных мышц и других тканей). В результате такого выброса развивается тяжелый токсический шок.

От степени нарушения кровоснабжения и ее правильного определения в момент оказания первой медицинской помощи во многом зависит судьба пострадавшего. Опыт свидетельствует, что некоторым можно спасти жизнь и после сдавления частей тела в течение нескольких суток, в то же время другие погибают через несколько часов.

Перед высвобождением пострадавшей конечности от сдавления необходимо выше места сдавления наложить жгут (закрутку) — так, как при временной остановке кровотечения. Крайне необходимо ввести обезболивающее средство (промедол, анальгин, **седальгин** и т.п.).

После высвобождения пострадавшего из-под завала и оказания первой медицинской помощи необходимо принять все меры для быстрой эвакуации пострадавшего в лечебное учреждение. Транспортировать его лучше лежа на носилках, желательно в сопровождении медицинского работника.

## **Аварийно-спасательные работы при наводнениях**

Основными способами защиты населения от поражающих факторов наводнений и катастрофических затоплений являются эвакуация его из затапливаемых районов, размещение людей на незатапливаемых участках местности и верхних этажах неразрушаемых зданий и сооружений, проведение в короткие сроки аварийно – спасательных работ, проведение мероприятий по усилению гидротехнических защитных сооружений и других неотложных работ.

Эвакуация населения из зоны затопления в каждом конкретном случае определяется условиями его возникновения и развития. При получении достоверного прогноза затопления проводятся мероприятия с целью организованного вывоза людей из зоны затопления. К числу основных мероприятий относятся:

- приведение в готовность эвакуоорганов и уточнение порядка их работы;
- уточнение численности населения, подлежащего эвакуации, в том числе пешим порядком и транспортом, распределение транспортных средств;
- проверка готовности систем оповещения и связи.

В городских кварталах и населенных пунктах, предназначенных для приема эвакуированных, должно быть предусмотрено достаточное количество мест для временного жилья. Не менее 10 % из них должны планироваться как резерв. Не подлежат использованию для жилья помещения медицинских и дошкольных детских учреждений. Места размещения эвакуированного населения выбираются с учетом наличия свободной площади жилых и общественных зданий и возможности восстановления в кратчайшие сроки всех основных видов жизнеобеспечения.

Эвакуация на необорудованные возвышенные места может применяться только как крайняя вынужденная мера. Выбор таких мест производится заблаговременно, при этом учитывается обеспечение беспрепятственного подъезда к ним транспортом общего назначения и предусматривается возможность подачи средств жизнеобеспечения: палаток, кузовных автомобилей, передвижных электростанций, полевых кухонь, водовозок, средств обогрева, спальных принадлежностей, теплой одежды, резиновой обуви и т.д.

При эвакуации преимущество отдается детям, находящимся в лагерях, школах и детских дошкольных учреждениях, беременным женщинам, престарелым гражданам и инвалидам. Отдельно планируется

эвакуация неходячих больных, находящихся на стационарном лечении с использованием в необходимых случаях санитарного авиационного транспорта.

Для каждого населенного пункта, попадающего в зону затопления, определяются 2-3 площадки, обеспечивающие безопасную посадку вертолетов с учетом возможности свободного подъезда (подхода) к ним людей.

Вывоз материальных средств в запланированные места должен производиться только с началом эвакуации.

Для проведения АСДНР в зависимости от масштабов ЧС могут привлекаться различные силы РСЧС, а также части Вооруженных сил, привлекаемые по планам взаимодействия.

Спасательные работы в условиях наводнений и катастрофических затоплений включают:

- поиск пострадавших;

- обеспечение доступа спасателей к пострадавшим и спасение пострадавших; оказание пострадавшим первой медицинской помощи;

- эвакуацию пострадавших из зоны опасности.

Поиск и спасение пострадавших в зоне наводнения (затопления) осуществляется поисково-спасательными группами.

Основными способами поиска пострадавших в зоне наводнения (затопления) являются:

- визуальное обследование открытых для обзора участков акватории; сплошное визуальное обследование затопленных населенных пунктов, за-

- топленных, поврежденных и разрушенных зданий;

- по свидетельствам очевидцев.

Поисково-спасательной группе при постановке задачи указываются: обстановка в зоне наводнения (затопления), данные разведки о местах нахождения пострадавших; задача, участок действий, объекты (местные предметы) на которые необ-

ходимо обратить особое внимание, время начала действий; способы ведения поиска;

порядок оказания медицинской помощи и эвакуации пострадавших, с учетом их состояния; задачи соседних поисково-спасательных групп;

меры безопасности при проведении поисково-спасательных работ; порядок поддержания связи.

Поиск пострадавших визуальным обследованием акватории применяется на открытых для визуального обзора участках (секторах) акватории с целью обнаружения пострадавших, находящихся в воде и использующих для спасения отдельные местные предметы и подручные средства спасения.

В зависимости от размеров открытого для обзора участка (сектора) акватории визуальное обследование осуществляется в ходе движения поисковоспасательной группы по направлению через центр участка (сектора) - при узком открытом участке (секторе), последовательно - по полосам или зигзагом - при больших размерах участка.

При визуальном поиске пострадавших в зоне затопления необходимо учитывать, что дальность обнаружения пострадавшего на воде меньше дальности видимости в данных метеоусловиях, соответственно при постановке задачи поисково-спасательной группе и в ходе действий расстояние между галсами должно определяться соответственно обстановке, как правило, оно должно быть не более  $1/2$  дальности видимости при данных погодных условиях.

Направление поиска следует выбирать с расчетом, чтобы наблюдатели возможно меньше смотрели в сторону солнца, они также должны быть обеспечены светозащитными или поляроидными очками. Поиск следует вести с того направления, с которого акватория наиболее освещается, с которого на наибольшем расстоянии можно увидеть пенистые гребешки волн.

В дневных условиях поиска используются обычные методы наблюдения, при которых глаза наблюдателей при осмотре поверхности воды время от времени должны останавливаться на «точках фиксации» с тем, чтобы отрегулировать фокусировку глаза. Следует также избегать быстрого перемещения глаз между «точками фиксации». Необходимо также учитывать, что при благоприятных условиях средне тренированный наблюдатель может эффективно работать в среднем 2 часа.

Наблюдение следует вести невооруженным глазом, бинокль использовать только для уточнения обнаруженных плавающих объектов во избежание быстрого утомления глаз наблюдателя.

При ведении поиска ночью учитывать, что в этих условиях слабо освещенные объекты можно увидеть только тогда, когда они находятся не в центре поля зрения, соответственно наблюдатель должен обследовать каждый

указанный ему сектор, смотря несколько в сторону. Должна производиться периодическая смена наблюдателей.

При обнаружении пострадавших, держащихся на воде с помощью подручных средств или находящихся на отдельных, возвышающихся над водой местных предметах (столбах, деревьях), они, в зависимости от их физического состояния, поднимаются на борт самостоятельно или с помощью спасателей, им оказывается необходимая первая медицинская помощь.

При обнаружении группы пострадавших, количество которых превышает возможности плавучего средства по грузоподъемности, на борт в первую очередь поднимаются дети, женщины, престарелые и наиболее ослабленные лица, одновременно вызывается резервная поисково-спасательная группа. Нуждающимся оказывается первая медицинская помощь. Поисково-спасательная группа остается на месте обнаружения пострадавших до подхода резервной группы, оказывая пострадавшим необходимую помощь, в том числе и моральнопсихологическую.

При использовании для поисково-спасательных работ вертолетов, наиболее эффективная высота полета при поиске до 150 м.

Наиболее целесообразен в этих условиях совместный поиск. При этом поисково-спасательная группа движется по направлению оси поиска, вертолет летит зигзагом - по направлению движения поисково-спасательной группы. При этом зигзаги идут под прямым углом к курсу плавучего средства с таким расчетом, чтобы продвижение поисково-спасательной группы и вертолета было равномерным.

Поиск в ночное время может осуществляться совместно поисковоспасательной группой на плавучем средстве и вертолетом, с применением осветительных ракет. Вертолет летит впереди поисково-спасательной группы на высоте 800 м. Наиболее благоприятные условия для поиска пострадавших этим способом создаются при горении ракеты непосредственно над плавучим средством, соответственно она должна сбрасываться с учетом направления ветра, чтобы она прошла над плавучим средством в середине времени ее горения (период горения 160 сек).

Поиск утонувшего человека (если приблизительно известно место, где он погрузился в воду) осуществляется спасателями-аквалангистами или спасателями в легководолазном костюме. Основными способами поиска в этих условиях являются: визуальный поиск “спиралью”, “ступенькой” или “восьмеркой”.



Для привлечения внимания пострадавших (что облегчает их обнаружение) поисково-спасательная группа должна периодически подавать звуковые сигналы, а в ночное время сигналы светом (ракетой). В условиях плохой видимости и ночью следует периодически останавливать движение, чтобы лучше были слышны возможные голоса пострадавших.

При обнаружении пострадавших с самолета (вертолета) следует дать знать пострадавшим, что они обнаружены (покачиванием крыльями, облетом пострадавших) и сделать все возможное для улучшения их положения и облегчения спасения. Если немедленное спасение по условиям обстановки невозможно, то вызывается спасательная группа и принимаются меры по наведению ее на обнаруженного пострадавшего.

Поиск пострадавших в затопленных зданиях и сооружениях, а также в зданиях и сооружениях, подвергшихся воздействию волны прорыва, производится их сплошным обследованием и включает:

внешний осмотр здания (сооружения), выбор места подхода (причаливания) и проникновения внутрь; визуальное обследование окон, балконов, провалов стен, крыши; последовательный осмотр возвышающихся над уровнем воды этажей с

обходом всех помещений, включая те помещения, доступ в которые может быть обеспечен силами и средствами поисково-спасательной группы; обследование аквалангистами затопленных помещений, в которых возможно нахождение пострадавших; установление с пострадавшими визуального или звукового контакта; деблокирование пострадавших;

оказание пострадавшим первой медицинской помощи, подготовка их к эвакуации; устранение или ограничение воздействия на пострадавших непосредственно угрожающих им вредных и опасных факторов.

Поиск пострадавших по свидетельствам очевидцев ведется всеми разведывательными и поисково-спасательными группами, спасателями в ходе ведения спасательных работ, а также лицами из состава органов управления. Технология аналогична применяемой при спасении людей из завалов.

Деблокирование и эвакуация из зоны затопления людей, находящихся на верхних этажах и крышах затопленных зданий и сооружений, а также заблокированных на отдельных незатопленных участках местности, осуществляется на самоходных табельных плавучих средствах, с помощью вертолетов, а также с использованием местных плавсредств.

При значительном количестве заблокированных людей, их компактном размещении, а также наличии условий для маневра плавсредств, эвакуация их может осуществляться с помощью паромов, развернутых из элементов табельного понтонно-переправочного парка.

В первую очередь эвакуируются группы людей, которым по условиям складывающейся обстановки угрожает непосредственная опасность (подъем воды, угроза разрушения здания, обморожение и т.д.).

Для эвакуации людей плавучее средство со спасательной группой причаливает к объекту, где находятся люди, устанавливается очередность погрузки с учетом состояния эвакуируемых, производится поочередная погрузка их на плавучее средство с выполнением мер страховки и вывоз на пункт сбора.

При невозможности причаливания плавучего средства непосредственно к объекту, где находятся люди (недостаточная глубина, подводные препятствия и т.п.) плавучее средство ставится на якорь (швартуется к местному предмету) как можно ближе к месту нахождения пострадавших. Погрузка людей осуществляется поочередно с использованием надувного плота, лодки, а при теплой погоде и небольшой глубине - вброд.

Если эвакуация осуществляется несколькими рейсами, целесообразно оставить одного-двух спасателей с людьми для поддержания их морального состояния и оказания необходимой первой медицинской помощи нуждающимся.

Неотложные аварийные работы в условиях наводнений и катастрофических затоплений включают:

- укрепление (возведение) ограждающих дамб и валов;
- возведение водоотводных каналов;
- оборудование причалов для спасательных средств;
- проведение мероприятия по защите и восстановлению дорожных сооружений; восстановление энергосбережения; локализацию источников вторичных поражающих факторов.

## **Практическая часть**

### *Лабораторная работа №1*

#### **Выбор средств оснащения внештатных аварийно-спасательных формирований**

##### *1.1. Цель работы*

1. Изучить технические характеристики техники, приборов, инструментов и оборудования применяемых для ведения АСДНР.
2. Выбрать конкретные приборы, инструмент и оборудование для оснащения нештатных аварийно-спасательных формирований.

##### *1.2. Теоретические сведения*

Нештатные аварийно-спасательные формирования представляют собой самостоятельные структуры, созданные организациями на нештатной основе из числа своих работников, оснащенные специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментами и материалами, подготовленные для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в очагах поражения и зонах чрезвычайных ситуаций.

Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты I и II классов опасности, особо радиационно-опасные и радиационно-опасные производства и объекты, гидротехнические сооружения чрезвычайно высокой опасности и гидротехнические сооружения высокой опасности, а также организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты III класса опасности, отнесенные в установленном порядке к категориям по гражданской обороне, создают и поддерживают в состоянии готовности нештатные

аварийноспасательные формирования в соответствии с Федеральным законом от 12 февраля 1998 г. N 28-ФЗ "О гражданской обороне".

Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления могут создавать, содержать и организовывать деятельность нештатных аварийно-спасательных формирований для выполнения мероприятий на своих территориях в соответствии с планами гражданской обороны и защиты населения, планами предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В зависимости от местных условий и при наличии материальнотехнической базы могут создаваться и другие нештатные аварийноспасательные формирования.

Нештатные аварийно-спасательные формирования создаются с учетом Примерного перечня создаваемых нештатных аварийно-спасательных формирований (приложение табл.1). Оснащение нештатных аварийно-спасательных формирований осуществляется в соответствии с примерными нормами оснащения нештатных аварийно-спасательных формирований специальными техникой, оборудованием, снаряжением, инструментами и материалами (приложение).

Состав, структура и оснащение нештатных аварийно-спасательных формирований определяются руководителями организаций в соответствии с настоящим Порядком и с учетом методических рекомендаций по созданию, подготовке, оснащению и применению нештатных аварийно-спасательных формирований, разрабатываемыми Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - МЧС России), исходя из задач гражданской обороны и защиты населения, и согласовываются с территориальными органами МЧС России - органами, специально уполномоченными решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации.

При создании нештатных аварийно-спасательных формирований учитываются наличие и возможности штатных аварийно-спасательных формирований и аварийно-спасательных служб.

### *1.3.Задание*

Изучить технические характеристики техники, приборов, инструментов и оборудования применяемых для ведения АСДНР. Произвести выбор

средств оснащения нештатных аварийно-спасательных формирований в соответствии с исходными данными и примерными нормами оснащения нештатных аварийноспасательных формирований специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментами и материалами.

#### 1.4. Исходные данные

Исходные данные приведены в табл.1.1.

Таблица

1.1 Исходные данные

Номер п/п	Количество техники, ед.	Штатная численность формирований, чел	Непосредственно принимают участие в спасательных работах, чел	Какие звенья имеются дополнительно
1	8	75	35	пожарно-спасательное
2	9	35	24	инженерной разведки
3	12	80	60	РХР
4	6	40	25	пожарно-спасательное
5	9	70	55	инженерной разведки
6	8	50	36	речной разведки
7	2	8	8	пожарно-спасательное
8	14	85	48	инженерной разведки
9	8	55	40	РХР
10	5	35	30	РХР
11	10	70	57	инженерной разведки
12	7	60	48	пожарно-спасательное
13	1	7	7	речной разведки
14	4	43	41	РХР
15	3	37	25	РХР

Окончание табл.1.1

Номер п/п	Количество техники, ед.	Штатная численность формирований, чел	Непосредственно принимают участие в спасательных работах, чел	Какие звенья имеются дополнительно
16	12	76	39	инженерной разведки
17	5	30	20	пожарно-спасательное
18	7	88	48	речной разведки
19	4	34	30	инженерной разведки
20	1	6	6	РХР
21	11	90	80	речной разведки
22	14	100	87	пожарно-спасательное
23	4	48	43	РХР
24	8	68	56	инженерной разведки

25	9	97	77	речной разведки
26	5	47	34	пожарно-спасательное
27	1	8	8	инженерной разведки
28	3	37	31	речной разведки
29	4	44	36	пожарно-спасательное
30	13	100	90	пожарно-спасательное

Примечание: аварийно-спасательное формирование предприятия имеет пункт управления. Руководящий состав составляет 3 человека на группу, 4 человека на команду.

Комплект аварийно-спасательного инструмента и оборудования для разборки завалов выбирать по источнику[14], при этом не дублировать уже выбранные по приложению.

1. *5.Ход работы* 1. На основании заданной штатной численности формирования по табл. 1.2 определить к какой категории оно относится к аварийно - спасательной команде, группе или звену.

2. Рассчитать оснащение выбранного нештатного аварийно спасательного формирования в соответствии нормами приведенными в приложении.

3. Выбрать вид и марку специальной техники (автотракторной) по справочнику[14]. При этом необходимо предусмотреть технику для перевозки формирования к месту ЧС, грузоподъемную технику для разборки завалов и технику для выполнения задач дополнительными звеньями.

4. Выбрать комплект аварийно-спасательного инструмента и оборудования для разборки завалов выбирать по справочнику [14], при этом не дублировать уже выбранное по приложению и учесть все возможные варианты разборки завалов и спасения пострадавших.

Таблица 1.2

Примерный перечень создаваемых нештатных аварийно-спасательных формирований организаций

Наименование нештатных аварийно-спасательных формирований	Численность личного состава, чел.
Аварийно-спасательная команда	70 - 139

Аварийно-спасательная группа	30 - 69
Аварийно-спасательное звено	до 9
Пожарно-спасательное звено	до 9
Аварийно-спасательное звено инженерной разведки	до 9
Аварийно-спасательное звено радиационной, химической и биологической разведки	до 9
Аварийно-спасательное звено речной разведки	до 9
Аварийно-спасательное звено разведки на автомобильном транспорте	до 9

### *1.6. Выводы*

В результате выполнения лабораторной работы изучены технические характеристики техники, приборов, инструментов и оборудования применяемых для ведения АСДНР.

Выбраны приборы, инструмент и оборудование для оснащения нештатного аварийно-спасательного формирования в соответствии с заданием.

Результаты показали, что выбранное оснащение нештатного аварийноспасательного формирования позволяет качественно и своевременно провести АСДНР.

### *1.7. Отчет о работе*

Отчет по работе выполняется индивидуально каждым студентом и подписывается им с указанием даты выполнения. Требования к отчету приведены во введении. Правильно выполненный отчет по предыдущей работе является одним из условий допуска к последующей работе.

#### *Контрольные вопросы*

1. Где создаются нештатные аварийно-спасательные формирования.
2. Состав нештатных аварийно-спасательных формирований.
3. Средства оснащения нештатных аварийно-спасательных формирований.
4. Задачи решаемые нештатными аварийно-спасательными формированиями.
5. Критерии выбора средств оснащения нештатных аварийно-спасательных формирований.

6. Последовательность выполнения лабораторной работы.
7. Характеристики средств оснащения по группам.
8. Пояснить выбор конкретного средства оснащения нештатных аварийно-спасательных формирований.

#### *Библиографический список*

1. Справочник–каталог аварийно спасательных средств. Часть 1. Наземные технические средства предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – М.: ВНИИ ГОЧС, 2001. – 202 с.

#### *Лабораторная работа № 2.*

### **Расчет сил и средств для спасения людей при пожарах**

#### *2.1. Цель работы*

1. Изучить технологию спасения людей при пожарах в многоэтажных зданиях.
2. Рассчитать силы и средства для спасения людей при пожарах в многоэтажных зданиях.

#### *2.2. Теоретические сведения*

Наиболее сложной при пожаре является эвакуация людей в многоэтажных зданиях. Даже наличие достаточного количества путей эвакуации в таких зданиях не гарантирует безопасность людей при пожаре, так как эвакуация не может быть выполнена за короткое, безопасное для человека время. Успех же спасательной операции находится в прямой зависимости от продолжительности эвакуации людей, что подтверждается статистическими данными, в соответствии с которыми 75-80 % людей погибает от отравления продуктами горения в первые минуты после возникновения пожара[13].

В многоэтажном здании безопасность людей при пожаре может быть обеспечена и другим путем. Эвакуация людей при помощи пожарных спасательных устройств может быть осуществлена намного быстрее, чем при использовании традиционных путей эвакуации.

По конструкции пожарные спасательные устройства (ПСУ) подразделяются на стационарные и мобильные. Стационарные ПСУ при пожаре готовы к использованию в любой момент времени. В большинстве случаев это капитальные конструкции, представляющие собой составную часть здания (это незадымляемые лестничные клетки и т.п.). Такие устройства



чрезвычайно дороги, поэтому их строительство оправдано только в высотных зданиях с большим количеством людей.

Стационарные ПСУ, требующие дополнительной подготовки перед использованием, применяются в тех случаях, когда хотят избежать больших капитальных затрат или риску гибели при пожаре подвергается небольшое число людей. Мобильные ПСУ представляют собой конструкции доставляемые в случае необходимости к месту пожара. Этот вид ПСУ менее надежен, однако он значительно дешевле, занимает мало места при хранении (главным образом это спасательные рукава).

В работе рассмотрим способы спасения людей при помощи эластичного рукава, коленчатого подъемника, автолестницы, спасение людей способом выноса на руках, спасение людей при помощи спасательной веревки.

### 2.3. Задание

Изучить технологию спасения людей при пожарах в многоэтажных зданиях. Рассчитать силы и средства необходимые для спасения людей при пожарах в многоэтажных зданиях. В частности вычислить время спасения всех людей при помощи различных средств спасания, определить количество личного состава для проведения спасательной операции и рассчитать необходимое количество средств спасания.

### 2.4. Исходные данные

В результате пожара в 16-этажном жилом доме на этажах и крыше оказались заблокированными огнем и дымом люди. Высота этажа 3 метра. На этажах люди сосредоточились на балконах и в квартирах. Количество мест сосредоточения людей и их высота заданы в таблице 2.1. По внешним признакам и данным разведки в момент начала спасательной операции опасность угрожает всем людям в равной мере.

Таблица

2.1 Исходные данные по вариантам

Номер варианта	Высота спасения, этаж	Кол-во мест скопления людей	Число людей в одном месте, чел	Высота спасения с помощью веревки, этаж	Расстояние между местами скопления людей, м	Требуемое время спасения, мин
1	крыша	3	26	2	10	30
2	8	2	36	3	12	35
3	10	4	30	4	15	40

4	16	2	40	3	16	45
5	3	5	22	5	12	25
6	5	3	28	4	15	50
7	11	4	15	3	10	30
8	14	2	44	2	18	35
9	9	3	36	2	16	40
10	15	3	24	2	20	45
11	12	2	46	4	26	25
12	7	1	55	4	-	50
13	6	2	37	5	20	30
14	13	3	30	4	16	35
15	крыша	4	34	3	28	40
16	4	2	45	3	30	45
17	14	2	48	3	33	25
18	10	3	33	5	24	50
19	7	3	29	5	16	30
20	5	4	21	5	20	35
21	12	4	27	4	20	40
22	13	1	58	4	-	45
23	9	3	40	3	10	25
24	11	2	35	2	18	50
25	6	3	31	2	20	30
26	крыша	3	32	5	36	35
27	9	2	56	4	40	40
28	4	4	20	3	26	45
29	16	2	53	2	38	25

Примечание: пожарные без СИЗ - четные варианты, пожарных в СИЗ нечетные варианты.

### 2.5. *Ход выполнения задания*

Задание выполняется последовательными расчетами времени спасения людей разными способами.

*Спасение людей при помощи эластичного рукава, коленчатого подъемника, автолестницы*

После прибытия средства спасания к месту пожара и его установки на требуемую позицию суммарное время  $T_c$  спасательной операции этим средством спасания по спасанию людей из нескольких мест сосредоточения в многоэтажном здании складывается из следующих отрезков времени:

$t_1$  - время приведения средства спасания в рабочее состояние на требуемой позиции (в среднем 120 с);  $t_2$  - время подъема, поворота и выдвигания средства спасания к месту

скопления спасаемых людей определяется по формуле :

$$t_2 = \frac{h}{V_B}, \quad (2.1)$$

где  $h$  - высота выдвигания, м;

$V_B$  - скорость выдвигания (в среднем 0,3 м/с);  $t_3 = T_\phi$  - время спуска на землю всех спасаемых людей с одного места сосредоточения;  $t_4$  - время сдвигания, поворота, опускания средства спасания ( $t_4 = t_2$ );  $t_5$  - время приведения средства спасания в транспортабельное состояние

( $t_5 = t_1$ );

$t_6$  - время передислокации средства спасания с одной позиции на другую определяется по формуле:

$$t_6 = \frac{S}{V_\Pi}, \quad (2.2)$$

где  $S$  - расстояние передислокации, м;

$V_\Pi$  - скорость передислокации, ( $V_\Pi = 0,5$ ), м/с.

Время спуска на землю всех спасаемых людей с одного места сосредоточения характеризует пропускную способность средства спасания. Это время начинается с момента, когда первый спасаемый человек начал использовать средство спасания (начал движение к земле или оказался в люльке средства спасания), и заканчивается моментом, когда последний спасаемый человек оказался в безопасном месте на земле.

Пропускная способность  $\Pi$  средства спасания, с/(чел.-м), определяется экспериментально. В табл.2 представлены экспериментальные данные пропускной способности  $\Pi$  для некоторых средств спасания.

Фактическое время  $T_\phi$  спуска на землю всех спасаемых людей из одного места сосредоточения при спасении с помощью эластичного рукава или коленчатого подъёмника определяется по формуле:

$$T_\phi = \Pi \cdot n \cdot h \cdot k, \quad (2.3)$$

где  $\Pi$  - значение пропускной способности средств спасания. с/(чел.- м.) (табл.2.2);  $n$  - число людей, терпящих бедствие при пожаре в одном месте сосредоточения на высоте  $h$ ;

$k$  - коэффициент задержки, учитывающий увеличение времени спуска за счет потерь времени при входе спасаемых людей в средство спасения (табл.2.2).

Фактическое время  $T_{\phi 1}$  спуска на землю первого человека, спасаемого при помощи автолестницы определяется по формуле:

$$T_{\phi 1} = 6\Pi \cdot h_1 \cdot k \quad (2.4)$$

Фактическое время  $T_{\phi n}$  спуска на землю  $n$ -го человека, спасаемого при помощи автолестницы определяется по формуле:

$$T_{\phi n} = T_{\phi 1} + 6\Pi \cdot h_1 \cdot (n-1) \cdot k \quad (2.5)$$

где  $h_1 = 3$  м - расстояние по вертикали между людьми, спускающимися по лестнице.

Таблица 2.2

Значения пропускной способности и коэффициента задержки для некоторых средств спасения

Средство спасения	Пропускная способность $\Pi$ , с/(чел.- м.)	Коэффициент задержки $k$
Эластичный рукав установлен на подоконнике	0,2	6
Эластичный рукав установлен на коленчатом подъемнике	0,2	6
Коленчатый подъемник	0,4	6
Автолестница	1,4	3

Таким образом суммарное время  $T_c$  спасательной операции по спасению людей из всех мест сосредоточения определяется по формуле:

$$T_c = \sum^{k_1} t_1 + \sum^{k_1} t_2 + \sum^{k_1} T_{\phi} + \sum^{k_2} t_4 + \sum^{k_2} t_5 + \sum^{k_2} t_6, \quad (2.6)$$

где  $k_1$  - число мест сосредоточения спасаемых людей;

$k_2$  - число передислокаций средства спасения с одной позиции на другую ( $k_2 = k_1 - 1$ ).

Количество средств спасения  $N_{СП}$  при требуемом времени  $T_{ТР}$  проведения спасательной операции по спасению всех людей из всех мест сосредоточения определяем по формуле:

$$N_{СП} = \frac{T_c}{T_{TP}}, \quad (2.7)$$

где  $T_{TP}$  - время, оцениваемое руководителем тушения пожара на основании данных разведки, внешних признаков обстановки, личного опыта и других данных (для данной формулы принять по табл.2.1).

Количество личного состава пожарных (кроме боевых расчетов средств спасения) должно составлять 6-9 человек на каждую единицу средства спасения.

### *Спасение людей способом выноса на руках*

Этот способ спасения людей при пожарах является наиболее трудоемким и длительным. Применяется в тех случаях, когда люди, терпящие бедствие при пожаре, пострадали от него так, что другие способы и средства не могут быть использованы, или обстановка на пожаре принуждает к этому.

Суммарное время проведения спасательной операции по спасению одного человека складывается из следующих отрезков времени: времени движения пожарных вверх по лестничной клетке на требуемый этаж; времени движения по горизонтали на требуемом этаже; времени поиска спасаемого человека;

времени движения пожарных со спасаемым человеком на руках по горизонтали до лестничной клетки; времени движения пожарных со спасаемым человеком на руках вниз по лестничной клетке; времени выхода пожарных со спасаемым человеком на руках на безопасное расстояние от здания; времени на непредвиденные обстоятельства от начала и до конца спасательной операции.

Число пожарных  $N_{П}$ , требуемых для проведения спасательной операции необходимо определить по формуле:

$$= \frac{A_1 N k^1 c^1}{T_{TP} N f_c}, \quad (2.8)$$

где  $A_1$  - средняя производительность одного пожарного при проведении

спасательной операции способом выноса на руках; Экспериментально установленное значение  $A_I=1,2$  (Чел.-мин.)/(чел.-м);  $h$  - высота от уровня земли, на которой находятся люди, терпящие бедствие, м;

$N_c$  - число людей, нуждающихся в спасении способом выноса на руках, принимаем равным числу людей сосредоточенном в одном месте (исх. данные);

$T_{TP}$  - требуемое время проведения спасательной операции (время выноса всех спасаемых людей из здания), принять 40 минут;  $k_1 = 1$  - при работе пожарных без средств индивидуальной защиты (СИЗ);  $k_1 = 1,5$  - при работе пожарных в СИЗ;

$f = 1$  мин/чел. - коэффициент, учитывающий потери времени за счет

образования очереди спасателей при движении к месту и от места скопления людей, а также при получении ими СИЗ.

#### *Спасение людей при помощи спасательной веревки*

Этот способ спасания людей при пожарах является весьма эффективным и быстрым, однако требует от пожарных высокой квалификации, в том числе высокого уровня физической подготовки. Время спасательной операции по спасанию одного человека складывается из следующих отрезков времени:

времени движения пожарных вверх по лестничной клетке на требуемый этаж к месту скопления людей; времени вязания спасательной петли с использованием для этой цели спасательной веревки; времени крепления спасательной петли на спасаемом человеке; времени подъема спасаемого человека и его перенос за пределы здания через окно или балкон; времени спуска спасаемого человека до уровня земли или промежуточно-го безопасного этажа здания; времени освобождения спасаемого человека от спасательной петли.

Число пожарных  $N_{II}$ , требуемых для проведения спасательной операции при помощи спасательной веревки определяется по формуле:

$$(2.9) \quad N_{II} = \frac{A \cdot h \cdot N_c \cdot k_1 \cdot k_2}{f} \cdot T_{TP},$$

$$T_{TP} = 0,15hk_1$$

где  $A_2$  - средняя производительность одного пожарного при проведении спасательной операции при помощи спасательной веревки; Экспериментально установленное число  $A_2 = 0,1$  (Чел.-мин.)/(Чел.-м.);  $h$  - высота от уровня земли, на которой находятся люди, терпящие

бедствие, м;

$N_c$  - число людей, нуждающихся в спасении при помощи спасатель-

ной веревки принимаем равным числу людей сосредоточенном в одном месте (исх. данные), чел;

$T_{TP}$  - требуемое время проведения спасательной операции (время спуска всех спасаемых людей с этажа здания на землю), принять 35 мин;

$k_1 = 1$  - при работе пожарных без СИЗ;  $k_1 = 1,5$  - при работе пожарных в СИЗ;  $k_2 = 2$  - учет времени освобождения спасаемого человека от спасательной петли, времени подъема освободившейся веревки для повторного использования, времени на непредвиденные обстоятельства;

0,15 мин/м - время подъема пожарных без СИЗ на 1 м по вертикали.

Физический смысл числа  $A_2$ , выражает среднюю производительность одного пожарного, который в течение 0,1 мин спускает одного спасаемого человека на один метр по вертикали.

## 2.6. Выводы

В результате выполнения лабораторной работы ознакомились с технологией спасения людей при пожарах в многоэтажных зданиях. Рассчитали силы и средства для спасения людей при пожарах в многоэтажных зданиях. Результаты показали, что применение мобильных ПСУ позволяет достаточно эффективно спасать людей при пожарах в многоэтажных зданиях.

## 2.7. Отчет о выполненной работе

Отчет по работе выполняется индивидуально каждым студентом и подписывается им с указанием даты выполнения. Требования к отчету приведены во введении. Правильно выполненный отчет по предыдущей работе является одним из условий допуска к последующей работе.

## Контрольные вопросы

1. Способы эвакуации людей при пожарах в многоэтажных зданиях.

2. Виды пожарных спасательных устройств.
3. Когда применяется спасение людей способом выноса на руках.
4. Пояснить методику расчета спасение людей при помощи эластичного рукава.
5. Пояснить методику расчета спасение людей при помощи коленчатого подъемника.
6. Пояснить методику расчета спасение людей при помощи автолестницы.
7. Пояснить методику расчета спасение людей при помощи спасательной веревки.

### *Лабораторная работа №3.*

#### **Расчет сил для аварийно-спасательных и аварийно-восстановительных работ при наводнениях**

##### *3.1. Цель работы*

1. Изучить технологию ведения аварийно-спасательных и аварийновосстановительных работ в зоне затопления.
2. Произвести расчет сил для ведения аварийно-спасательных и аварийновосстановительных работ в зоне затопления.

##### *3.2. Теоретические сведения*

На основе данных возможной обстановки в зоне затопления должна быть создана группировка сил ликвидации последствий наводнения способная: провести разведку зоны затопления; провести спасение пострадавшего населения; организовать строительство пунктов посадки и высадки пострадавшего населения со всех видов транспорта; организовать восстановление автомобильных дорог и железнодорожных магистралей; организовать восстановление поврежденных и строительство (оборудование) новых мостов; организовать восстановление поврежденных и строительство новых защитных дамб; организовать спасение и захоронение погибшего скота.



Для выполнения вышеизложенных задач в зонах затоплений целесообразно создавать следующие формирования:

для организации разведки – группы общей разведки; группы инженерной

разведки; звенья воздушной разведки; звенья речной разведки; звенья разведки на железнодорожном транспорте; для проведения спасательных работ – спасательные команды (группы) на

плавсредствах, санитарные дружины; для восстановления разрушенных и строительства новых дамб - команды по защите дамб (КЗД). Примерный состав: личный состав – 25 чел; экскаватор

– 1; бульдозер – 1; каток – 1; автосамосвалы – 2; автомашины – 2; для ремонта и восстановления разрушенных мостов и строительства при-

чалов - команды по защите мостов (КЗМ). Примерный состав: личный состав –

25 чел; автокран – 1; бульдозер – 1; экскаватор – 1; копер – 1; автомобили – 2; мотопилы – 2; для ликвидации последствий на КЭС и линий связи - аварийно-

технические команды по видам коммуникаций; для захоронения погибшего скота - бригады по защите животных в соста-

ве: личный состав – 10 чел; экскаватор – 1; бульдозер – 1; автомобиль – 1.

Формирования создаются на базе объектов экономики, специализированных предприятий и частей ГО. Количественный состав определяется исходя из объемов и возможностей формирований.

### 3.3. Задание

Произвести расчет сил для ведения аварийно-спасательных и аварийно-восстановительных работ в зоне затопления. В зону затопления попали город и несколько сел.

### 3.4. Исходные данные

Варианты исходных данных приведены в табл. 3.1.

Таблица

3.1 Общие исходные данные

Номер варианта	$S_{ZAT}^{Iz}$ , $^2/L_{zat}^d$ , км <sup>2</sup>	$L_{ZAT}$ , км	Скорость течения, м/с	Продолжительность эвакуации, $T_э$ , мин	Разведка воздушная/речная $T$ , ч	Количество затопленных сел $N_{zat}^{HI}$ , ед	Протяженность маршрута эвакуации по воде, м
М							

1	130/20	7	0,3	60	2,0/1,0	2	100
2	160/30	6	0,6	80	2,5/2,5	3	200
3	140/40	8	1,2	100	1,0/3,0	8	150
4	100/25	10	1,8	120	1,5/3,5	4	250
5	50/35	9	2,2	150	3,0/4,5	5	300
6	180/45	11	0,4	180	3,5/5,0	7	400
7	220/50	6,5	1,1	200	4,0/5,5	6	500
8	150/55	7,5	1,6	230	2,0/6,0	2	100
9	200/60	10,5	2,1	270	2,5/3,0	3	200
10	120/70	9,5	1,7	300	1,0/2,5	8	150
11	130/80	8,5	0,3	60	1,5/1,5	4	250
12	160/65	7	0,6	80	3,0/2,0	5	300
13	140/75	6	1,2	100	3,5/4,0	7	400
14	100/85	8	1,8	120	4,0/4,5	6	500
15	50/90	10	2,2	150	2,0/5,5	2	100
16	180/73	9	0,4	180	2,5/1,0	3	200
17	220/67	11	1,1	200	1,0/3,5	8	150
18	150/23	6,5	1,6	230	1,5/4,0	4	250
19	200/15	7,5	2,1	270	3,0/5,0	5	300
20	120/34	10,5	1,7	300	3,5/3,5	7	400
21	130/44	9,5	0,3	60	4,0/1,0	6	500
22	160/57	8,5	0,6	80	2,0/1,5	2	100
23	140/28	7	1,2	100	2,5/3,0	3	200
24	100/33	6	1,8	120	1,0/4,0	8	150
25	50/17	8	2,2	150	1,5/6,0	4	250
26	180/88	10	0,4	180	3,0/1,5	5	300
27	220/12	9	1,1	200	3,5/2,5	7	400
28	150/66	11	1,6	230	4,0/3,0	6	500
29	200/77	6,5	2,1	270	3,0/6,0	5	150
30	120/93	7,5	1,7	300	2,0/4,0	4	200

Таблица

3.2 Исходные данные по численности людей и животных в зоне затопления

Номер варианта	$N_{крс,}$ животных	$N_{мрс,}$ животных	$N_{св,}$ животных	$N_{Z AT}$ , ел.	Продолжительность восстановительных работ $T_в$ , ч
1	56	140	200	850	10
2	80	150	210	700	8
3	95	165	225	640	12
4	110	180	250	560	14

5	130	200	270	600	7
6	145	225	300	730	15
7	155	240	320	790	6
8	180	260	350	850	13
9	56	285	380	940	11
10	80	300	410	1000	9
11	95	140	200	1200	10
12	110	150	210	1550	8
13	130	165	225	2040	12
14	145	180	250	2580	14
15	155	200	270	3200	7
16	180	225	300	3700	15
17	56	240	320	4300	6
18	80	260	350	4800	13
19	95	285	380	5100	11
20	110	300	410	940	9
21	130	140	200	1000	10
22	145	150	210	1200	8
23	155	165	225	1550	12
24	180	180	250	2040	14
25	56	200	270	2580	7
26	80	225	300	3200	15
27	95	240	320	3700	6
28	110	260	350	4300	13
29	130	285	380	4800	11
30	145	300	410	5100	9

### 3.5. *Ход работы*

*Расчет сил и средств для ведения АСР 1.* Определяем количество звеньев речной разведки  $N_{зрр}$  по формуле:

$$N_{зрр} = N_{зрр}^{жз} + N_{зрр}^{рн}, \quad (3.1)$$

где,  $N_{зрр}^{жз}$  – количество звеньев речной разведки для организации разведки затопленной городской жилой зоны;

$N_{зрр}^{рн}$ , звеньев – количество звеньев речной разведки для организации разведки речных направлений;

Определяем количество звеньев речной разведки  $N_{зрр}^{жз}$  для организации разведки затопленной городской жилой зоны по формуле:

$$N_{зрр}^{жз} = \frac{8,4 \cdot S_{ЗГЖЗ} \cdot n}{T \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_n, \quad (3.2)$$

где 8,4 – трудоемкость по разведке 1 км<sup>2</sup> затопленной городской жилой

зоны,  $\psi$  км<sup>2</sup> чел. ;  
 –  $S_{ZAT}^{ГЗ}$  площадь затопленной городской жилой зоны, км<sup>2</sup>;  
 $n$  – количество смен (принимаем  $n=2$ );  
 $T$  – продолжительность ведения речной разведки, ч.;  
 $n_{лс} = 4$  чел. – численность личного состава звена речной разведки,  
 чел.;  $k_c$  – коэффициент времени суток ( $k_c = 1,5$ );  $k_n$  –  
 коэффициент подводных условий ( $k_n = 1,25$ ).

Определяем количество звеньев речной разведки  $N_{зрр}^{рн}$  для организации разведки речных направлений по формуле:

$$N_{зрр}^{рн} = \frac{0,28 \cdot L_{ZAT} \cdot n}{T \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_n, \quad (3.3)$$

где 0,28 – трудоемкость разведки 1 км речного направления, чел. ч км;  
 $L_{ZAT}$  – протяженность затопления, км.

Затем подставляем значения полученные в формулах (3.2) и (3.3) в формулу (3.1) и вычисляем окончательный результат  $N_{зрр}$ .

2. Определяем количество звеньев воздушной разведки  $N_{зр}^{эр}$  на базе расчета вертолета по формуле:

$$N_{зр}^{эр} = \frac{0,013 \cdot S_{ZAT} \cdot n}{T \cdot n_{лс}} \cdot k_n, \quad (3.4)$$

где  $T$  – продолжительность ведения воздушной разведки, ч.;  
 0,013 – трудоемкость разведки экипажем вертолета 1 км<sup>2</sup> затопленной территории, чел. ч км<sup>2</sup>

3. Определяем количество групп охраны общественного порядка (ООП)  $N_{зoon}$  на плавсредствах по формуле:

$$N_{зoon} = 0,0033 \cdot N_{ZAT}^z, \quad (3.5)$$

где 0,0033 – количество групп ООП необходимых для одного человека, попавшего в зону затопления, <sup>или чел.</sup> чел.;

$N_{ZAT}^z$  – численность городского населения, попавшего в зону наводнения, чел.

4. Определяем количество групп на плавсредствах для непосредственного спасения городского населения, попавшего в зону наводнения по формуле:

$$N_{сг}^э = 0,0033 \cdot N_{ЗАТ}^э, \quad (3.6)$$

где 0,0033 – количество спасательных групп на одного спасаемого, *шт чел*;

$N_{ЗАТ}^э$  – численность городского населения, попавшего в зону навод-

нения, чел.

5. Определяем количество санитарных дружин  $N_{сд}$  для оказания первой медицинской помощи по формуле:

$$N_{сд} = 0,0033 \cdot N_{сан}^э, \quad (3.7)$$

где 0,0033 - количество санитарных дружин на одного человека санитарных потерь, *шт чел*; численные коэффициенты полученные из расчета одно формирования на 300 человек.

$N_{сан}^э$  – санитарные потери городского населения, чел. Определяем санитарные потери городского населения по формуле:

$$N_{сан}^э = 0,05 \cdot N_{ЗАТ}^э, \quad (3.8)$$

Формирования рассчитанные по пунктам 1-5 для сельской местности принимать по одному на один затопленный населенный пункт.

6. Определяем количество плавсредств для эвакуации населения из зоны затопления  $k_{пс}$  по формуле:

$$k_{пс} = \sum_{i=1}^m \frac{N_{ЗАТ}^{пс} \cdot R_i^{пс}}{N_{эм.i}^{пс} \cdot T_{э}} \cdot k_c \cdot k_m \cdot k_T, \quad (3.9)$$

где  $N_{ЗАТ}^{пс}$  – численность населения, эвакуируемого  $i$ -ым видом плавсредства, чел.;

$m$  - количество видов плавсредств;

$N_{эм.i}^{пс}$  – вместимость  $i$ -го вида плавсредства, чел.;

$T_{э}$  – продолжительность эвакуации (спасательных работ), мин.;

$k_m$  – коэффициент использования плавсредств ( $k_m = 1,2$ ).

$R_i^{пс}$  - продолжительность рейса  $i$ -го вида плавсредства, мин.

При расчете потребного количества плавсредств для эвакуации животных из зоны затопления необходимо использовать формулу (3.9), принимая значения  $N_{ZAT,i}$   $N_{em,i}$  для животных.

Определяем продолжительность рейса  $i$ -го вида плавсредства, мин. по формуле:

$$R_i^{пс} = \frac{2 \cdot L_{мэ}}{V_i^{пс}} \cdot (1 + 0,3V_{вп}) + t_{пв,i}^{пс}, \quad (3.10)$$

где  $L_{мэ}$  - протяженность маршрута эвакуации, м.;

$V_i^{пс}$  - скорость движения  $i$ -го плавсредства по воде, м мин.;

$V_{вп}$  - скорость течения водного потока, м с.;

$t_{пв,i}^{пс}$  - время, необходимое на погрузку и выгрузку  $i$ -того плавсредства, мин.

Ориентировочно продолжительность рейса переправочно-десантных средств и паромов, мин. можно принимать по табл. 3.3.

Таблица 3.3

Продолжительность рейса переправочно-десантных средств и паромов

Скорость течения	Продолжительность рейса R при протяженности маршрута эвакуации, м						
	100	150	200	250	300	400	500
Переправочно-десантные средства (ПТС)							
до 0,5	7	7	8	9	10	11	12
0,5-1	7	8	9	10	12	13	15
1-1,5	8	9	10	11	13	14	16
1,5-2	8	10	11	13	15	18	20
2-2,5	9	12	14	16	18	22	26
2,5-3	11	14	17	20	22	28	34
Паромы из понтонного парка (ПМП)							
до 0,5	10	11	12	13	14	15	16
0,5-1	10	11	13	14	15	16	18
1-1,5	11	12	14	15	16	18	20
1,5-2	12	13	15	16	18	22	25
2-2,5	13	15	17	20	22	26	36
2,5-3	15	18	22	25	28	35	44

*Примечание.* При определении приблизительной вместимости плавсредства можно исходить из следующей нормы площади занимаемой:

человеком –  $0,3 \text{ м}^2$  чел; крупнорогатым скотом –  $1,5$  ;  $\text{м}^2$  животное  
мелкорогатым скотом –  $1,0 \text{ м}^2$  животное;  
свиньей -  $1,2 \text{ м}^2$  животное.

Для перевозки людей и животных в зоне затопления обычно применяют паром типа ПМП, ПМП-М. Характеристика парома: грузоподъемность 20 тонн, длина парома 6.75 м, ширина 8,1 м; грузоподъемность 40 тонн, длина парома: 13.5 м. ширина 8,1 м. Скорость движения можно принять 10км/час.

Кроме этого используют гусеничные плавающие транспортеры ПТС-2.



Рис. 3.1. Вид ПТС-2.

Эта машина в состоянии со скоростью 10км/час переправить через водную преграду любой ширины 72 человека, или автомобиль типа Урал. Грузоподъемность ПТС-2 на воде 10 тонн.

В задании принять перевозку людей на ПТС, перевозку животных на паромах.

7. Определяем количество автомобильного транспорта  $N_{ам}$  для перевозки пострадавшего населения от границы затопления в районы расселения по формуле:

$$N_{ам} = \sum_{i=1}^m \frac{N_{эн.i}^{ам} \cdot R_i^{ам}}{N_{эм.i}^{ам}} \cdot k_c \cdot k_{\Pi} \cdot k_T, \quad (3.11)$$

где  $N_{эн.i}^{ам}$  – количество пострадавшего населения, перевозимого  $i$ -ым видом автотранспорта, чел.;

$N_{эм.i}^{ам}$  – вместимость  $i$ -го вида автотранспорта, чел.;

$T_э$  – продолжительность эвакуации (спасательных работ), мин.;

$k_m$  – коэффициент использования автотранспорта, ( $k_m = 1,2$ )

$R_i^{ам}$  – продолжительность движения  $i$ -го вида автотранспорта, ч.

Автомобильный транспорт принять для перевозки людей:

ПАЗ-32053 (40% перевозимых людей). Посадочных мест 25. Вместимость до 43 человек. (40% перевозимых людей).

ПАЗ-32053-20 (грузопассажирский, 20% перевозимых людей). Одновременно можно перевезти до 11 человек и до 1850 килограмм груза.

Автобус ЛиАЗ-5256 (40% перевозимых людей). Вместимость до 110 человек, из них 23 посадочных места.

Продолжительность движения автобусов 1 час.

Для перевозки животных принять специально оборудованные машины с емкостью: 15 голов крупного рогатого скота или 80 мелкого рогатого скота или 55 свиней. Продолжительность движения машин с животными 1,2 часа.

В формулах  $N_{ЗАТ.i}^{лв}$  и  $N_{эн.i}^{ам}$  должны быть равны общей численности населения (животных), попавших в зону наводнения.

8. Определяем возможные потери сельскохозяйственных животных, попавших в зону затопления по следующим формулам:

- крупнорогатого скота  $R_{крс} = 0,02 \cdot N_{крс}$ , голов; -

мелкорогатого скота  $R_{мрс} = 0,02 \cdot N_{крс}$ , голов; -

свиней  $R_{св} = 0,02 \cdot N_{крс}$ , голов;

где  $N_{крс}$ ,  $N_{мрс}$ ,  $N_{св}$ , - соответственно, численность животных, попавших в зону затопления.

*Расчет сил для ведения аварийно - восстановительных работ*

Определяем количество аварийно-технических команд  $N_{атк}^{лэп}$  для восстановления магистральных ЛЭП по формуле:

$$N_{атк}^{лэп} = \frac{375 \cdot l_{раз}^{лэп} \cdot N_{заг}^{лэп} \cdot n}{T_{Б} \cdot n_{лэп}} \cdot k_c \cdot k_{\Pi}, \quad (3.12)$$

где 375 – трудоемкость восстановления 1 км разрушенной ЛЭП, чел.-ч;



– протяженность разрушенных ЛЭП, приходящихся на один затопленный населенный пункт ( $l_{раз}^{ЛЭП} \approx 1,5 - 2,5$  км);  
 - количество затопленных населенных пунктов;  $T_в$  – продолжительность восстановительных работ, ч.;  $n_{лс}$  – численность одной аварийно-технической команды (принимаем 25 человек).

Определяем количество команд связи  $N_{кс}$  для восстановления магистральных кабельных линий связи по формуле:

$$N_{кс} = \frac{100 \cdot l_{раз}^{св} \cdot N_{зат}^{НП} \cdot \gamma_1}{T_в \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_{П}, \quad (3.13)$$

где  $l_{раз}^{св}$  – протяженность разрушенных кабельных линий связи, приходящихся на один затопленный населенный пункт ( $\approx 1,2 - 1,8$  км);

$T_в$  – продолжительность восстановительных работ, ч.;

100 – трудоемкость восстановления 1 км кабельных линий связи, чел.-ч.

Силы ликвидации аварий на коммунально-энергетических сетях затопленной территории города определяем отдельно для аварий на электросетях, водопроводных сетях, канализационных сетях, тепловых сетях.

Определяем количество аварийно-технических команд  $N_{атк}^{эс}$  по формуле: для ликвидации аварии на электросетях

$$N_{атк}^{эс} = \frac{30 \cdot N_{ав}^{эс} \cdot \gamma_1}{T_в \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_{П}, \quad (3.14)$$

где  $N_{ав}^{эс}$  – количество аварий на электросетях;

$T_в$  – продолжительность восстановительных работ, ч.;  $n_{лс} = 24$  человека;

30 – трудоемкость ликвидации одной аварии на электросетях, чел.ч.

Количество аварий на электросетях определяем по формуле:

$$, \quad (3.15)$$

где 1,75 – количество аварий на электросетях, приходящихся на 1 км<sup>2</sup> затопленной части города, ;

$$N_{av}^{эс} = 1,75 \cdot S_{ZAT}^{ГЗ}$$

ав км<sup>2</sup>

Определяем количество аварийно-технических команд для ликвидации аварии на водопроводных сетях по формуле:

$$N_{атк}^{вод} = \frac{30 \cdot N_{av}^{вод} \cdot n}{T_E \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_{П}, \quad (3.16)$$

где  $N_{av}^{вод}$  – количество аварий на водопроводных сетях;

30 - трудоемкость ликвидации 1 аварии на водопроводных сетях, чел.-ч.;  $n_{лс} = 25$  человек. Количество аварий на водопроводных сетях определяем по формуле:

$$N_{av}^{вод} = 1,25 \cdot S_{ZAT}^{ГЗ}, \quad (3.17)$$

где 1,25 – количество аварий на водопроводных сетях, приходящихся на 1 км<sup>2</sup> затопленной части города, ав км<sup>2</sup>.

Определяем количество аварийно-технических команд для ликвидации аварии на канализационных сетях по формуле:

$$N_{атк}^{кан} = \frac{30 \cdot N_{av}^{кан} \cdot n}{T_E \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_{П}, \quad (3.18)$$

где  $N_{av}^{кан}$  - количество аварий на канализационных сетях;

30 - трудоемкость ликвидации 1 аварии на канализационных сетях, чел.-ч;  $n_{лс} = 25$  человек. Количество аварий на канализационных сетях определяем по формуле:

$$N_{av}^{кан} = 1,25 \cdot S_{ZAT}^{ГЗ}, \quad (3.19)$$

где 1,25 – количество аварий на канализационных сетях, приходящихся на 1 км<sup>2</sup> затопленной части города, ав км<sup>2</sup>;

Определяем количество аварийно-технических команд  $N_{атк}^{тс}$  для ликвидации аварий на теплосетях по формуле:

$$N_{атк}^{тс} = \frac{30 \cdot N_{av}^{тс} \cdot n}{T_E \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_{П}, \quad (3.20)$$

где  $N_{av}^{тс}$  - количество аварий на теплосетях;

30 - трудоемкость ликвидации 1 аварии на теплосетях, чел.-ч;  $n_{лс} = 25$  человек. Количество аварий на теплосетях определяем по формуле:

$$N_{av}^{тс} = 1,25 \cdot S_{ZAT}^{ГЗ}, \quad (3.21)$$

где 1,25 – количество аварий на теплосетях, приходящихся на 1 км<sup>2</sup> за-  
ав км<sup>2</sup>.

топленной части города,

4. Определяем силы оборудования пунктов посадки (высадки):

а) количество команд защиты мостов  $N_{кзМ}^{сх}$  для оборудования сходней (длиной 20 м) на территории города определяем по формуле:

$$N_{кзМ}^{сх} = \frac{10 \cdot N_{зат}^c \cdot n}{300 \cdot T \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_{П}, \quad (3.22)$$

где 300 – численность населения на затопленной территории города, на которой должна быть оборудована одна сходня, чел;

$T$  принять равным  $T_e/2$ ;  $n_{лс}$

= 25 человек;

10 – трудоемкость изготовления одной сходни, чел.-ч.

б) количество команд защиты мостов  $N_{кзМ}^{пф}$  для оборудования причалов (в виде береговой части низководного моста на деревянных опорах) 20×6 м определяем по формуле:

$$N_{кзМ}^{пф} = \frac{100 \cdot N_{зат}^{пф} \cdot n}{T \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_{П}, \quad (3.23)$$

где  $N_{кзМ}^{пф}$  – количество команд защиты мостов для оборудования причалов из расчета не менее одного причала на один затопленный населенный пункт;  $n_{лс} = 25$  человек;

$T$  принять равным  $T_e/2$ ;

100 - трудоемкость оборудования одного причала, чел.-ч.

Определение сил на восстановление и строительство защитных дамб  
Количество дорожно-восстановительных команд  $N_{дек}^{дамб}$  определяем по формуле:

$$N_{дек}^{дамб} = \frac{2,5 \cdot L_{зат}^d \cdot n}{T_e \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_{П}, \quad (3.24)$$

Где  $n_{лс} = 25$  человек;

2,5 – трудоемкость возведения 1 п. м. дамбы, чел.-ч;

$L_{зат}^d$  – протяженность восстановления (возведения новых) дамб,

п.м. Определение сил для восстановления разрушенных дорог

Количество дорожно-восстановительных команд  $N_{дек}^{дор}$  определяем по формуле:

$$N_{дек}^{дор} = \frac{300 \cdot L_{раз}^{дор} \cdot n}{T \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_p, \quad (3.25)$$

где 300 – трудоемкость восстановления 1 п. км дороги, чел.-ч.

$n_{лс} = 35$  человек;

$L_{раз}^{дор}$  – протяженность разрушенных дорог, км. Протяженность разрушенных дорог определяем по формуле:

$$L_{раз}^{дор} = 5 \cdot N_{зат}^{мл}, \quad (3.26)$$

Определение сил для захоронения погибшего скота

Количество бригад защиты животных для захоронения крупнорогатого скота  $N_{бр}^{зж.крс}$  определяем по формуле:

$$N_{бр}^{зж.крс} = \frac{0,4 \cdot N_{крс} \cdot n}{T \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_{п}, \quad (3.27)$$

где 0,4 – трудоемкость захоронения одного животного крупнорогатого скота, чел.-ч;

$n_{лс} = 10$  человек;

$T$  принять равным  $T_6$ ;

- количество крупнорогатого скота, животных.

Количество бригад защиты животных для захоронения мелкорогатого скота и свиней  $N_{бр}^{зж.мрс}$  определяем по формуле:

$$N_{бр}^{зж.мрс} = \frac{0,13 \cdot (N_{мрс} + N_{св}) \cdot n}{T \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_{п}, \quad (3.28)$$

где 0,13 – трудоемкость захоронения одного животного мелкорогатого скота и свиней, чел.-ч;

$T$  принять равным  $T_6$ ;

$N_{мрс}$  – количество мелкорогатого скота, животных;

-  $N_{св}$  количество свиней, животных.

Определение сил для восстановления разрушенных мостов

Количество команд по защите мостов для восстановления разрушенных мостов  $N_{кем}$  определяем по формуле:

$$N_{кем} = \frac{12 \cdot L_M \cdot N_{зат}^{МП} \cdot n}{T \cdot n_{лс}} \cdot k_c \cdot k_{п}, \quad (3.29)$$

где 12 – трудоемкость восстановления одного погонного метра моста, чел.-ч;

$T$  принять равным  $T_6$ ;

$L_m^c$  – средняя длина мостов, попавших в зону затопления (принять: четные варианты -25м, нечетные варианты – 40м).

Количество разрушенных мостов принимается из расчета 1 мост на один затопленный населенный пункт.

### *3.6. Выводы*

В результате выполнения лабораторной работы изучена технология ведения аварийно-спасательных и аварийно-восстановительных работ в зоне затопления. Произведен расчет сил для ведения аварийно-спасательных и аварийно-восстановительных работ в зоне затопления в соответствии с заданием. Результаты показали, что количество спасателей в первую очередь зависит от площади затопления и трудоемкости проводимых мероприятий.

### *3.7. Отчет о работе*

Отчет по работе выполняется индивидуально каждым студентом и подписывается им с указанием даты выполнения. Требования к отчету приведены во введении. Правильно выполненный отчет по предыдущей работе является одним из условий допуска к последующей работе.

### *Контрольные вопросы*

1. Какие силы создаются для ведения аварийно-спасательных работ в зоне затопления.
2. Какие силы создаются для ведения аварийно-восстановительных работ в зоне затопления.
3. Какие исходные данные необходимы при определении сил для ведения аварийно-спасательных работ в зоне затопления.
4. Какие исходные данные необходимы при определении сил для ведения аварийно - восстановительных работ в зоне затопления.
5. Какие плавсредства используются для эвакуации населения из зоны затопления.
6. Какие транспортные средства используются для эвакуации населения из зоны затопления по берегу.
7. Как учитывается трудоемкость выполнения работ и мероприятий.

#### *Лабораторная работа №4.*

### **Расчет сил и средств деблокирования пострадавших из под завалов**

#### *4.1. Цель работы*

1. Изучить организацию деблокирования пострадавших из под завалов.
2. Рассчитать силы и средства для деблокирования пострадавших из под завалов.

#### *4.2. Теоретические сведения*

Состав сил и средств должен обеспечивать круглосуточную работу в две смены в мирное время, а в условиях радиоактивного заражения местности в соответствии с режимами нахождения формирований на этой территории. Он должен обеспечивать выполнение спасательных работ в мирное время в пределах 5-ти суток, а в военное время - 2-х суток.

Состав сил и средств мирного времени должен обеспечивать проведение мероприятий по поиску пострадавших, их спасению, оказанию медицинской и других видов помощи, тушению пожаров, локализации и ликвидации очагов вторичных последствий на объектах со взрыво-, газо- и пожароопасной технологией. Состав сил и средств должен быть строго увязан с объемами, способами выполнения задач, условиями, в которых они выполняются.

Решение задания производится по следующему алгоритму.

1. Определение количества личного состава, необходимого для комплектования сводных механизированных групп.
2. Расчет сил для оказания медицинской помощи, локализации и тушения пожаров и других работ.
3. Определение общей численности личного состава формирований для проведения АСДНР.
4. Определение количества техники, привлекаемой для проведения АСДНР.

Опыт ликвидации чрезвычайных ситуаций последних лет показал, что разборку завала наиболее целесообразно проводить звеньями ручной разборки и спасательными механизированными группами. Примерный состав таких

групп приведен в таблицах 4.1 и 4.2. Вскрытие защитных сооружений обычно может осуществляться: расчисткой завала над аварийным выходом;

разборкой завала над перекрытием защитного сооружения с проделыванием проема в перекрытии; расчисткой завала у наружной стены защитного сооружения с отрывкой приямка и проделыванием проема из него в стене, ниже перекрытия защитного сооружения; устройством вертикальной шахты и галереи до стены.

Вскрытие может осуществляться бульдозером, экскаватором, а в ряде случаев и вручную.

Таблица

4.1 Состав и средства механизированной группы

Номер п/п	Силы		Средства		Выполняемые работы
	Специальность	Кол-во (чел.)	Вид средства	Кол-во (ед.)	
1	Командир группы	1			Общее руководство работами
2	Крановщик Стропальщик	2 4	Автокран (16-25т)	1	Подъем и перемещение ж/б конструкции и поддонов с мелкими обломками
3	Экскаваторщик	2	Экскаватор (0,65 м <sup>3</sup> )	1	Загрузка мелких обломков в самосвалы
4	Компрессорщик	2	Компрессорная станция	1	Дробление ж/б конструкций
5	Газосварщик	2	Керосинорез (САГ)	1	Резка арматуры
6	Бульдозерист	2	Бульдозер (130-240 л.с.)	1	Сдвигание обломков конструкций, подготовка мест для крана и экскаватора
7	Водитель	4	Самосвал	2	Вывоз обломков конструкций
8	Загрузчики	4	Поддон (емк. 1,5 м <sup>3</sup> )	1	Загрузка поддонов мелкими обломками конструкций
ИТОГО:		23		8	

Таблица

4.2 Состав и средства звена ручной разборки завалов

	Силы	Средства	Выполняемые работы
--	------	----------	--------------------

Номер п/п	Специальность	Кол-во (чел.)	Вид средства	Кол-во (ед.)	
1	Спасатель-командир звена	1			Общее руководство работами и контроль за соблюдением мер безопасности
2	Спасатель-разведчик	3	Прибор для определения местонахождения заваленного человека;	1	Выявляют местонахождение заваленных, производят разборку завала
			мотоперфораторы;	2	
			разжимной прибор;	1	
			спасательные ножницы;	1	Выявляют местонахождение заваленных, производят разборку завала
			плунжерная распорка	1	

Окончание табл.4.2

Номер п/п	Силы		Средства		Выполняемые работы
	Специальность	Кол-во (чел.)	Вид средства	Кол-во (ед.)	
3	Спасатель	3	Лебедка;	1	Убирают обломки и устанавливают крепления; извлекают пострадавших
			носилки;	1	
			молоток;	2	
			малая саперная лопата;	2	
			ножовка по дереву;	1	
			пожарный топор	1	
ИТОГО:		7		14	

#### 4.3. Задание

Изучить организацию деблокирования пострадавших из под завалов. Рассчитать силы и средства для деблокирования пострадавших из под завалов при ведении аварийно-спасательных работ.

#### 4.4. Исходные данные (табл.4.3)

Таблица

#### 4.3 Исходные данные



Номер варианта	Количество людей в завалах/Санитарные потери, чел.	Общий объём/высота завалов, м <sup>3</sup> /м	Тип зданий, их количество, шт.	Площадь разрушенной части города, км <sup>2</sup>	Температура наружного воздуха, С <sup>0</sup>
1	80/170	-/1,5	кирпичные, жилые, 10	13	0
2	120/100	-/2,5	панельные, жилые, 5	14	-2
3	180/230	-/2	кирпичные, жилые, 8	15	5
4	140/110	-/3,5	панельные, жилые, 10	16	10
5	-/860	700/-	кирпичные, жилые, 5	17	15
6	-/780	650/-	панельные, жилые, 11	18	20
7	-/560	500/-	кирпичные, жилые, 6	24	25
8	55/240	-/3	кирпичные, промыш., 3	28	27
9	90/330	-/4	панельные, промыш., 3	19	-16
10	-/980	2000/-	кирпичные, промыш., 4	10	11

Окончание табл. 4.3

Номер варианта	Количество людей в завалах/Санитарные потери, чел.	Общий объём/Высота завалов, м <sup>3</sup> /м	Тип зданий, их количество, шт.	Площадь разрушенной части города, км <sup>2</sup>	Температура наружного воздуха, С <sup>0</sup>
11	-/1030	2200/-	панельные, промыш., 3	25	3
12	-/2390	3500/-	кирпичные, промыш., 5	11	0
13	-/3100	4000/-	панельные, промыш., 3	17,5	-3
14	120/280	-/3,5	кирпичные, промыш., 4	12	17
15	140/340	-/4,5	панельные, промыш., 3	35	20
16	125/89	-/4	кирпичные, промыш., 6	13	23

17	-/3800	15000/-	панельные, промыш.,4	15	26
18	-/3300	12500/-	кирпичные, промыш.,7	18	4
19	75/450	-/4,0	кирпичные, жилые,6	20	3
20	180/220	-/1,5	кирпичные, жилые,10	11	0
21	-/180	650/-	кирпичные, жилые,8	18	25
22	-/230	500/-	панельные, жилые, 10	24	27
23	100/140	-/3	кирпичные, жилые,5	28	16
24	60/80	-/4	панельные, жилые, 11	19	-11
25	-/300	2000/-	кирпичные, жилые,6	10	3
26	-/400	2200/-	кирпичные, промыш.,3	25	0
27	-/760	3500/-	панельные, промыш.,3	11	-2
28	-/1450	4000/-	кирпичные, промыш., 4	15	17
29	90/670	-/3,5	панельные, промыш.,3	18	20
30	120/500	-/4,5	кирпичные, жилые,5	20	18

Дополнительно учесть. Сезон выполнения АСНДР принимается в соответствии с задано температурой наружного воздуха. Общее время выполнения АСНДР принимается 2 дня для военного времени, 5 дней для мирного времени. Количество смен ведения работ 2-3 смены.

Продолжительность эвакуации 24 часа.

При отсутствии каких либо значений, их необходимо принимать самостоятельно после изучения теоретических сведений, с обязательным обоснованием.

Количество заваленных защитных сооружений принять:

вариант 1-10 - 5 защитных сооружений;  
 вариант 11-20 – 7 защитных сооружений;  
 вариант 21-30 – 9 защитных сооружений.

#### 4.5. Ход выполнения работы

1. *Определение количества личного состава необходимого для комплектования сводных механизированных групп*

Количество личного состава  $N_{смг}$  для комплектования сводных механизированных групп определяем по следующей зависимости:

$$N_{смг} = 0,15 \frac{W \cdot P_3}{T} K_3 K_c K_n, чел \quad (4.1)$$

где  $W$  - объем завала разрушенных зданий и сооружений, м<sup>3</sup>;

$P_3$  - трудоемкость разборки завала, принимаем равной 1,8 чел.- ч / м<sup>3</sup>;

$T$  - общее время выполнения спасательных работ в часах;

$K_3$  - коэффициент, учитывающий структуры завала, принимаемый по табл. 4.4;

$K_c$  - коэффициент, учитывающий снижение производительности в темное время суток, принимается равным 1,5;

$K_n$  - коэффициент, учитывающий погодные условия, принимаемый по табл. 4.5.

Таблица 4.4

Значения коэффициента  $K_3$

жилых зданий со стенами		промышленных зданий со стенами	
из кирпича	из панелей	из кирпича	из панелей
0,2	0,75	0,65	0,9

Таблица 4.5

Значения коэффициента  $K_n$

Температура воздуха, °С	>25	25 – 0	0 – -10	-10 – -20	<-20
$K_n$	1,5	1,0	1,3	1,4	1,6

Приведенная зависимость по определению личного состава для комплектования механизированных групп применима при условии, если неизвестно количество людей, находящихся в завале. Поэтому коэффициент 0,15 предполагает (по опыту) долю разбираемого завала от его общего объема. Эта формула применяется при большом объеме разрушений в городе (населенном пункте).

Если известно количество людей, находящихся в завале, то объем завала для извлечения пострадавших  $V_{зав}$  можно определить по формуле

$$V_{зав} = 1,25 N_{зав} h_{зав}, МЗ \quad (4.2)$$

где  $N_{зав}$  - количество людей, находящихся в завале, чел;  $h_{зав}$  - высота завала, м.

Данная зависимость предполагает, что для извлечения одного пострадавшего требуется устроить в завале шахту (колодец) на всю высоту завала и размером в плане 1x1 м. Коэффициент 1,25 учитывает увеличение объема разбираемого завала за счет невозможности оборудования шахты указанных размеров (осыпание завала, извлечение крупных обломков и т.п.).

Определение количества формируемых спасательных механизированных групп. Для определения количества формируемых спасательных механизированных групп  $n_{СМГ}$  необходимо общую численность личного состава разделить на численность одной группы (см. табл. 4.1) по формуле

$$n_{СМГ} = \frac{N_{СМГ}}{23, групп} \quad (4.3)$$

Количество спасательных механизированных групп можно определить в прямой постановке, если в приведенные выше зависимости ввести производительность одной группы, по формул

$$= \frac{W_{СМГ}}{0,15 P_{СМГТ}, групп} \quad (4.4)$$

или если известно количество людей в завале по формуле

$$n_{СМГ} = \frac{V_{зав}}{P_{СМГ} T}, \text{ групп} \quad (4.5) П$$

где  $P_{СМГ}$  - производительность одной механизированной группы на разборке завала, принимается равная  $15\text{м}^3/\text{ч}$ .

Примечание: Численность личного состава спасательной механизированной группы принята с учетом ее работы в две смены.

Определение общего количества спасательных звеньев ручной разборки.

Общее количество спасательных звеньев ( $n_{р.з}$ ) ручной разборки определяется по формуле

$$\bar{n}_{р.з} = n \cdot k \cdot n_{СМГ,ед} \quad (4.6)$$

где  $n$  - количество смен в сутки при выполнении спасательных работ;  $k$  - коэффициент, учитывающий соотношение между механизированными группами и звеньями ручной разборки в зависимости от структуры завала, определяется по табл. 4.6. (Количество звеньев ручной разборки в смену на механизированную группу при ведении спасательных работ в завалах).

Таблица 4.6

Значение коэффициента  $k$

жилых зданий со стенами		промышленных зданий со стенами	
из кирпича	из крупных панелей	из кирпича	из крупных панелей
8	3	2	1

Количество личного состава для укомплектования звеньев ручной разборки ( $N_{рз}$ ), в этом случае, определяется как произведение их количества на численность одной группы (табл.4.2) по формуле:

$$N_{рз} = 7 \cdot n_{р.з} \quad (4.7)$$

Если все завалы разбираются только вручную, тогда необходимое количество звеньев ручной разборки можно определить по формуле:

$$V_{зав} n$$

$$n_{p.з} \overline{P_{зр} T}, ед \quad (4.8)$$

где  $P_{зр}$ - производительность одного звена ручной разборки, принимаемая равной 1,2 м<sup>3</sup>/ч;  $n$  - количество смен в сутки при выполнении спасательных работ.

Количество личного состава для этих звеньев  $N_{рз}$  определяется по формуле (4.7).

*Примечание:* Производительность, принимаемая в вышеизложенных зависимостях, при работе личного состава в средствах индивидуальной защиты, уменьшается в 2 раза.

Численность разведчиков  $N_{раз}$  принимается из условия, что на 5 спасательных механизированных групп формируется одно разведывательное звено в составе 3 чел.

Определение сил и средств для вскрытия убежищ и укрытий. Для вскрытия защитных сооружений каждый расчет бульдозера (экскаватора) усиливается обслуживающей бригадой в составе 3-х человек со средствами пожаротушения и ручным инструментом. Следует отметить, что трудоемкость по вскрытию защитных сооружений расчетами в составе бульдозера или экскаватора примерно одинакова. Это связано с тем, что, имея разные производительности (у расчета бульдозера около 40 м<sup>3</sup>/ч, а у экскаватора 10-15 м<sup>3</sup>/ч), бульдозеру для вскрытия убежища необходимо разобрать больший объем, чем экскаватору, что выравнивает их эффективность в выполнении работы.

Учитывая это, количество расчетов  $N_{рас}$ , необходимых для вскрытия защитных сооружений, можно определить по следующей формуле:

$$N_{рас} = \frac{K_{ззс} \cdot P_{зс} T}{eд} \quad (4.9)$$

где  $K_{ззс}$  - количество заваленных защитных сооружений, шт.;

$P_{зс}$  - трудоемкость вскрытия одного защитного сооружения, маш.-ч/соор., принимается при высоте завала:

2 м равной 0,8 маш.-

ч/соор., 3 м - 1,5 маш.-

ч/соор., 4 м - 3 маш.-ч/соор.

$T$  - общее время вскрытия всех защитных сооружений, равное времени возможного пребывания людей в защитных сооружениях, 48 часов.

*Примечание:* Потребность в личном составе для формирования этих расчетов определяется исходя из количества смен в сутки при выполнении работ по формуле:

$$N_{зс} = 4 \cdot N_{РАС} \cdot n, \text{ чел.} \quad (4.10)$$

## 2. Расчет сил для оказания медицинской помощи, локализации и тушения пожаров и других неотложных работ

Количество отрядов первой медицинской помощи, численность врачей и среднего медицинского персонала, общая численность личного состава для отрядов ПМП определяются последовательно по формулам:

$$n_{ПМП} = N_{сн} / 100, \text{ ед}; N_{вр} = 8n_{ПМП}; N_{см} = 38n_{ПМП}; N_{ПМП} = 146n_{ПМП} \quad (4.11)$$

где  $n_{ПМП}$  - количество отрядов первой медицинской помощи;  $N_{сн}$  - численность санитарных потерь (табл.4.3);

$N_{вр}$  - численность врачей;

$N_{см}$  - численность среднего медицинского персонала;

$N_{ПМП}$  - общая численность личного состава отрядов первой медицинской помощи.

Потребное количество пожарных отделений и численность пожарных для локализации и тушения пожаров определяется по формуле:

$$n_{пож} = n_{смг} / 5, \text{ ед}; N_{пож} = 6n_{пож}, \text{ чел.} \quad (4.12)$$

где  $n_{пож}$  - количество пожарных отделений;  $N_{пож}$  - численность пожарных.

Численность личного состава, участвующего в других неотложных работах, в нашем случае складывается из формирований, участвующих в расчистке заваленных маршрутов и ликвидации аварий на коммунально-энергетических сетях.

Определение численность личного состава, участвующего в расчистке заваленных маршрутов (подъездных путей)  $N_{mn}$  производим по формуле:

$$N_{mn} = n \cdot T \cdot (30 \cdot L_{mn}) \cdot k_c \cdot k_{п}, \quad (4.13)$$

где  $T$  - общее время проведения работ, час.;

$K_c$  и  $k_{П}$  - коэффициенты, учитывающие погодные условия и время суток (см. формулу 4.1);

$n$  - количество смен работы в сутки;

$L_{mn}$  - протяженность **заваленных маршрутов** (подъездных путей), км,

определяем по формуле:

$$L_{mn} = 0,6 S_{раз,км}, \quad (4.14)$$

где 0,6 – коэффициент (0,6 км заваленных маршрутов приходится на 1 км<sup>2</sup> разрушенной части города);

$S_{раз}$  – площадь разрушенной части города (табл. 4.3).

Определение численности личного состава аварийно-технических команд  $N_{КЭС}$  для ликвидации аварий на КЭС по формуле:

$$N_{КЭС} = \frac{n}{T} (50 k_{КЭС}) k_c k_{П} \quad (4.15)$$

где  $K_c$  и  $k_{П}$  - коэффициенты, учитывающие погодные условия и время суток (см. формулу 4.1);

$T$  - общее время проведения работ, час.;  $n$  - количество смен работы в сутки;  $k_{КЭС}$  - количество аварий на КЭС, определяем по формуле:

$$K_{КЭС} = 8 \cdot S_{раз,ед}, \quad (4.16)$$

где 8 – коэффициент (принимается 8 аварий на 1 км<sup>2</sup> разрушенной части города);

$S_{раз}$  – площадь разрушенной части города (табл. 4.3).

### 3. Определение общей численности личного состава формирований для проведения АСДНР

Общая численность личного состава формирований, участвующих в спасательных работах, определяется по формуле:

$$= + N_{л.с.сп} + N_{смг} + N_{р.з} + N_{зс} + N_{разв} + N_{ПМП} + N_{пож,чел} \quad (4.17)$$



Численность личного состава, участвующего в проведении других неотложных работ определяется по формуле:

$$N_{л.с.,\overline{днр}} = N_{тн} \cdot N_{кэс}, чел. \quad (4.18)$$

Общая численность личного состава формирований для проведения АСДНР определяется по формуле:

$$= N_{л.с.,АСДНР} + N_{л.с.,сп} + N_{л.с.,днр}, чел. \quad (4.19)$$

Количество патрульных постовых звеньев для охраны общественного порядка ( $n_{ооп}$ ) и численность личного состава охраны ( $N_{ооп}$ ) определяются по формуле:

$$= n_{ооп} \cdot N_{л.с.,АСДНР} / 100, ед; N_{ооп} = 7 \cdot n_{ооп}, чел. \quad (4.20)$$

#### 4. Определение количества техники, привлекаемой для проведения АСДНР.

Количество и наименование основной инженерной техники, привлекаемой для проведения непосредственно спасательных работ, определяется оснащением спасательных механизированных групп из расчета, что каждая группа укомплектовывается бульдозером, экскаватором, автокраном и компрессором.

Количество бульдозеров для расчистки заваленных маршрутов (подъездных путей) определяется по формуле:

$$N_{б.лп} = \frac{1,2}{T} \cdot (10L_{мп}) \cdot K_{усл}, ед, \quad (4.21)$$

где  $L_{мп}$  - протяженность заваленных маршрутов, км;

$T$  - время выполнения работ в очагах, ч;

$K_{усл}$  - коэффициент условий выполнения работ равен произведению  $K_c \cdot k_{л}$ .

Инженерная техника для оснащения аварийно-технических команд определяется потребностью в укомплектовании аварийно-технических команд из расчета по одному бульдозеру, экскаватору и автокрану в каждую команду.

Потребное количество инженерной техники для ликвидации аварий на КЭС можно определить по формуле:

$$N_{\text{тех.КЭС}} = \frac{1,2}{T} (2,5 \cdot k_{\text{КЭС}}) k_{\text{усл,ед}}, \quad (4.22)$$

где значения составляющих формулы принимаем по предыдущим расчетам.

Для определения количества другой инженерной техники можно воспользоваться ориентированными нормативами. На 100 чел, участвующих в ликвидации чрезвычайной ситуации, потребуется:

- по одной силовой и осветительной электростанции;
- по две компрессорных станции;
- по два сварочных аппарата.

#### *4.6. Выводы*

В результате выполнения лабораторной работы ознакомились с организацией деблокирования пострадавших из под завалов. Рассчитали силы и средства для деблокирования пострадавших из под завалов. Результаты показали, что для деблокирования пострадавших из под завалов необходимо организовать скоординированную работу большого числа людей и техники.

#### *4.7. Отчет о выполнении работы*

Отчет по работе выполняется индивидуально каждым студентом и подписывается им с указанием даты выполнения. Правильно выполненный отчет по предыдущей работе является одним из условий допуска к последующей работе.

#### *Контрольные вопросы*

1. Сколько времени отводится на ведение АСДНР в мирное и военное время.
2. Как определяется численность спасательных механизированных групп когда известно число людей в завале.
3. Как определяется численность спасательных механизированных групп когда число людей в завале неизвестно.
4. Какими способами могут вскрываться заваленные защитные сооружения.

5. Каково соотношение количества звеньев ручной разборки на механизированную группу.

6. Как влияют условия ведения работ на производительность разборки завалов.

7. Из какого расчета комплектуются техникой спасательные группы.

8. Пояснить выполненную работу.

*Библиографический список* 1. «Справочник – каталог аварийно-спасательных средств» часть 1.

### *Лабораторная работа №5.*

## **Первая медицинская помощь в чрезвычайных ситуациях**

### *5.1. Цель работы*

Изучение приемов и способов остановки кровотечения и наложения повязок при ранениях; изучение способов эвакуации их зоны ЧС.

### *5.2. Оборудование и материалы*

Материальное обеспечение: жгут эластичный для остановки кровотечения; бинты для наложения повязок; одеяла; шприц – тубик; плакаты с содержанием ПМП.

### *5.3. Теоретические сведения*

Первая медицинская помощь — это комплекс определенных мер, необходимых для спасения жизни и сохранения здоровья пострадавшего. Она оказывается на месте ЧС. Вид и объем первой медицинской помощи определяются характером повреждений, состоянием пострадавших и конкретно сложившейся обстановкой в зоне ЧС.

Прежде чем приступить к оказанию первой медицинской помощи, надо помнить, что если пострадавший находится в сознании, надо получить его согласие. Если потерпевший отказался от помощи, не следует оказывать ему помощь. Если пострадавший находится без сознания или не в состоянии ответить, считают, что согласие получено. Перед оказанием помощи осматривают место ЧС, чтобы убедиться, что оно не представляет опасности, проводят первичный осмотр пострадавшего.

Прежде всего, необходимо принять меры к прекращению воздействия повреждающих факторов (потушить горящую одежду, вынести пострадавшего из горящего помещения или из зоны заражения ядовитыми веществами и т.п.).

Важно уметь быстро и правильно оценить состояние пострадавшего. При осмотре сначала устанавливают, жив он или мертв, затем определяют тяжесть поражения, продолжается ли кровотечение. Во многих случаях попавший в беду человек теряет сознание. Оказывающий помощь должен уметь отличить потерю сознания от смерти.

Чтобы определить, что пострадавший жив, поступают следующим образом:

проверяют наличие пульса на сонной артерии; для этого указательный и средний пальцы прикладывают к углублению на шее спереди от верхнего края грудинно-ключично-сосцевидной мышцы, которая хорошо выделяется на шее; проверяют наличие самостоятельного дыхания; устанавливается по движению грудной клетки, по увлажнению зеркала (запотевает), приложенного ко рту и носу пострадавшего;

проверяют реакцию зрачка на свет; если открытый глаз пострадавшего заслонить рукой, а затем быстро отвести ее в сторону (если темно поднести зажженную спичку, электро фонарик), то должно наблюдаться сужение зрачка; перевязывают палец пострадавшего ниткой — он должен отекать; прикладывают к коже зажженную спичку, папиросу — кожа должна воспалиться, розоветь.

При обнаружении признаков жизни необходимо немедленно приступить к оказанию первой помощи.

Чтобы не ухудшить состояние пострадавшего нельзя:

трогать и перемещать его на другое место, если ему не угрожают огонь, обвал здания, если ему не требуется делать искусственное дыхание и оказывать срочную медицинскую помощь; вправлять выпавшие органы при повреждении грудной клетки и, особен-

но, брюшной полости; давать воду или лекарства для приема внутрь пострадавшему, находящемуся без сознания; прикасаться к ране рукавами или каким-либо предметом;

удалять видимые инородные тела из ран брюшной, грудной или черепной полостей; нужно оставить их на месте, даже если они значительных размеров и легко могут быть удалены; до прихода врача их покрывают

перевязочным материалом и осторожно бинтуют; оставлять на спине пострадавшего, лежащего без сознания, особенно при тошноте и рвоте; в зависимости от состояния его нужно повернуть на бок или, в крайнем случае, повернуть вбок его голову; снимать одежду и обувь; следует лишь разорвать или разрезать одежду; позволять смотреть ему на свою рану;

нельзя усугублять его состояние озабоченным видом, помощь следует оказывать уверенно, успокаивая и подбадривая его.

Также не следует пытаться вытащить потерпевшего из огня или здания, грозящего обвалом, не приняв должных мер для собственной защиты.

Первая медицинская помощь оказывается непосредственно в очаге поражения, личным составом санитарных постов, санитарных дружин, отрядов санитарных дружин ГО, подразделениями МЧС, и, в значительной степени, в порядке само- и взаимопомощи

Назначение мероприятий первой медицинской помощи: прекращение воздействия факторов, способных утяжелить состояние пораженных или привести к смертельному исходу; устранение явлений, непосредственно угрожающих их жизни - кровотечения, асфиксии и др.; обеспечение эвакуации пораженных без существенного ухудшения их состояния.

Оказание первой медицинской помощи в первые полчаса с момента поражения, даже при отсрочке оказания первой врачебной помощи до суток, снижает вероятность смертельного исхода почти в 3 раза.

При стихийных бедствиях, авариях и в военное время разнообразные повреждения становятся массовыми, поэтому к оказанию помощи пострадавшим, помимо медицинских работников, привлекают спасатели и население, которым прежде всего и необходимы знания по оказанию первой медицинской помощи.

Первую медицинскую помощь оказывают при травмах. Травма — это насильственное повреждение тканей тела, какого-либо органа или всего организма. Ушибы и ранения мягких тканей, переломы костей, сотрясение мозга, ожоги, длительное сдавление конечностей или частей туловища, сдавление грудной клетки и асфиксия, проникающие ранения грудной клетки и пневмоторакс, все виды кровотечений — это все различные виды травм.

Наиболее распространенными травмами являются раны. Раной называют такое повреждение, при котором нарушается целостность кожных покровов или слизистых оболочек. Признаками раны являются: зияние,

кровотечение, боль, припухлость, нарушение функции поврежденной части туловища или конечности. В зависимости от вида ранящего орудия различают типы:

колотые (нанесенные проволокой, арматурой, гвоздем, шилом, штыком); резаные (нанесенные режущим предметом — стеклом, острым куском металла); ушибленные (возникают при ударе тупым предметом — осколками падающих кирпичей, штукатурки, а также при падении на какие-либо твердые предметы); рубленые (возникают от удара падающего с высоты топора или на ребро кирпича и т. д.); рваные (возникают часто на производстве при воздействии деталей станков, шестеренок); огнестрельные (нанесенные пулей, осколком снаряда, дробью); при оказании помощи и наложении повязки необходимо помнить о возможном наличии выходного отверстия; укушенные (возникают в результате укуса животных); очень опасны тем, что на зубах животных в изобилии присутствует инфекция.

Раны, независимо от ранящего орудия, могут быть поверхностными, глубокими и проникающими (когда рана проникает в полость — грудную, брюшную, полость черепа или сустава).

В порядке оказания первой медицинской помощи чаще всего предусмотрено выполнение следующих мероприятий:

1. Временная остановка кровотечения:

прижатие артерии на протяжении;

придание поврежденной конечности или части туловища возвышенного положения;

наложение жгута (закрутки); наложение давящей повязки; фиксация конечности в положении максимального сгибания или разгибания.

2. Простейшие противошоковые мероприятия: введение под кожу раствора морфина (промедола) из шприц - тубика; дать выпить (принятие внутрь), морфийно-водочной смеси (ампула морфина на 50-100 мл. водки); дать выпить горячий кофе, чай; согревание (укутывание) пострадавшего;

манипуляции, уменьшающие боль, — наложение повязки, иммобилизация, остановка кровотечения и др.

## Устройство и правила пользования шприц-тюбиком

Шприц-тюбик (рис. 5.1) состоит из полиэтиленового корпуса с муфтой, на которой закреплена игла, защищенная колпачком. Муфта навинчена на корпус шприц-тюбика не до конца. Тюбик заполнен раствором обезболивающего вещества или антидотом. Горловина с резьбой, которой заканчивается тюбик, запаяна мембраной.

Для того чтобы ввести антидот или обезболивающее средство из шприц-тюбика, необходимо произвести следующие манипуляции:

взять шприц-тюбик за муфту в левую руку так, чтобы игла была направлена влево, а сам тюбик — под правую руку; правой рукой ввинтить тюбик (корпус) в муфту до отказа (до щелчка),

при этом задний конец иглы должен проткнуть защитную мембрану тюбика и войти в него; удерживая тюбик правой рукой, левой рукой снять защитный колпачок с

иглы и отбросить его; слегка сжать корпус тюбика до появления на кончике иглы капли раство-

ра; ввести иглу в ткани (до муфты) внутримышечно;

сжать корпус тюбика так, чтобы вещество полностью вошло в ткани, и, не

разжимая пальцев, вывести иглу из тканей.

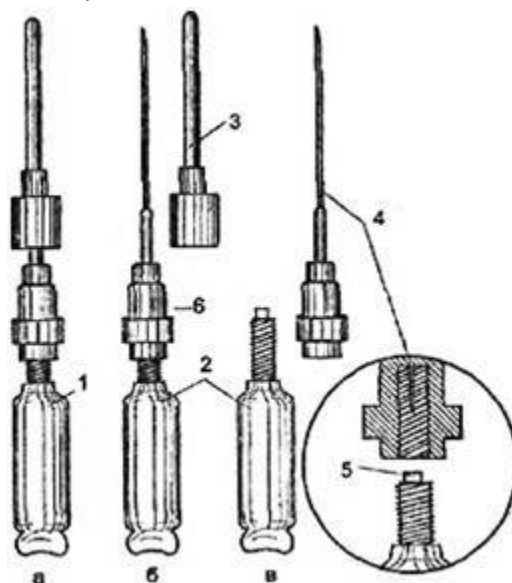


Рис. 5.1. Устройство шприц-тюбика:

- а — общий вид; б — вид со снятым колпачком; в — вид со снятой иглой;  
1 — тюбик (корпус); 2 — раствор; 3 — колпачок; 4 — инъекционная игла;  
5 — мембрана; 6 — муфта

Для того чтобы ввести антидот или обезболивающее средство из шприцтюбика, необходимо произвести следующие манипуляции:

взять шприц-тюбик за муфту в левую руку так, чтобы игла была направлена влево, а сам тюбик — под правую руку; правой рукой ввинтить тюбик (корпус) в муфту до отказа (до щелчка), при этом задний конец иглы должен проткнуть защитную мембрану тюбика и войти в него; удерживая тюбик правой рукой, левой рукой снять защитный колпачок с иглы и отбросить его; слегка сжать корпус тюбика до появления на кончике иглы капли раство-

ра; ввести иглу в ткани (до муфты) внутримышечно;

сжать корпус тюбика так, чтобы вещество полностью вошло в ткани, и, не

разжимая пальцев, вывести иглу из тканей.

В условиях оказания первой медицинской помощи обезболивающие препараты или антидоты зачастую вводятся срочно, прямо через одежду.

После введения вещества шприц-тюбик прикалывается на одежду пострадавшего на видном месте, при этом, проколов одежду, иглу нужно согнуть, для того чтобы не повредить тело и чтобы тюбик не потерялся при транспортировке пострадавшего к месту лечения.

3. Имобилизация (обездвиживание) поврежденной части тела (чаще конечностей) при переломах костей, обширных повреждениях мягких тканей, ожоговых ранах.

4. Профилактика раневой инфекции:

наложение асептической повязки на рану, ожоговую поверхность;

наложение асептической повязки при пневмотораксе.

5. При синдроме длительного сдавления (раздавливания) конечностей: тугое бинтование части туловища или конечности от периферии к центру; иммобилизация шинами или подручными средствами; применение холода (обкладывание снегом, льдом);

перечисленные в пункте 2 простейшие противошоковые мероприятия; эвакуация на носилках.

6. Борьба с асфиксией и простейшие реанимационные мероприятия: фиксация языка, выдвигание нижней челюсти;

искусственная вентиляция легких (изо рта в рот; изо рта в нос); закрытый (непрямой) массаж сердца.

7. На местности, зараженной РВ, ОБ, БС (в очагах массового поражения) на пострадавшего надевается противогаз, респиратор или



ватно-марлевая повязка, останавливается наружное кровотечение, накладывается повязка и иммобилизуется место перелома (если он имеется), затем пострадавшего выносят из зоны заражения, после чего ему оказывают первую помощь в полном объеме по необходимости.

8. После оказания первой медицинской помощи в необходимом объеме пострадавшего эвакуируют к месту окончательного лечения.

При ЧС с преобладанием механических поражающих факторов производят:

извлечение пострадавших из-под завалов разрушенных зданий, убежищ, укрытий; восстановление проходимости верхних дыхательных путей (удаление из

полости рта инородных предметов - сгустков крови, комков земли и др.); искусственную вентиляцию легких методом "изо рта в рот" и др.; придание физиологически выгодного положения пораженному; временную остановку наружного кровотечения всеми доступными методами (пальцевым прижатием сосуда на протяжении, наложением жгута, давящей повязкой, и т.п.); непрямой, закрытый массаж сердца; наложение повязок на раневые поверхности;

иммобилизацию конечностей при переломах и разможжениях мягких тканей; фиксацию туловища к доске или щиту при травмах позвоночника; дачу обильного теплого питья (при отсутствии рвоты и данных за травму органов брюшной полости) с добавлением 1/2 ч.л. соды на 1 литр жидкости; согревание пострадавшего.

Помимо оказания самопомощи и взаимопомощи обучаемые должны овладеть способами выноса пострадавших в безопасные места и для погрузки на транспорт.

Как показал опыт работы служб в зонах катастроф, наиболее сложной для осуществления в организационном и техническом отношении является эвакуация (вынос, вывоз) пораженных через завалы, очаги пожаров и т.п. При невозможности выдвигения к местам нахождения пораженных транспортных средств, организуется вынос пораженных на носилках, с использованием подручных средств до места возможной погрузки на транспорт.

Эти способы диктуются характером поражения, состоянием пострадавшего и наличием подручных средств для выноса. Например, можно перемещать пострадавших на подстилках, листах фанеры и т.д.

Наиболее удобным средством транспортировки пострадавшего являются санитарные носилки. Можно устроить импровизированные носилки с помощью подручных средств (пальто, простыни, одеяла, палатки и т.д.), привязав их к двум жердям. Возможна эвакуация пострадавшего из очага поражения без носилок.

#### *5.4. Задание*

1. Научиться быстро определять вид кровотечения и принимать решение о способе остановки;
2. Научиться находить точки и отработать навыки прижатия артерий к костям;
3. Научиться остановке артериального кровотечения путем максимального сгибания или разгибания конечностей в суставах;
4. Освоить правила наложения жгута и закрутки;
5. Научиться подготовке и наложению давящей повязки при венозном кровотечении;
6. Изучить приемы и способы наложения повязок при ранениях;
7. Научиться находить и считать пульс на лучевой, сонной и других артериях;
8. Освоить правила проведения непрямого массажа сердца;
9. Изучить признаки клинической смерти и способы их определения;
10. Освоить последовательность и правила проведения реанимационных мероприятий при клинической смерти;
11. Освоить объем и последовательность осуществления противошоковых мероприятий;
12. Научиться пользоваться шприцем-тюбиком и знать правила введения обезболивающих пострадавшим в ЧС; 13. Изучить способы эвакуации их зоны ЧС без использования носилок.

#### *5.5. Исходные данные*

Студенты на время занятий разбиваются на группы по 3-4 человека. Каждая группа последовательно отрабатывает задания. Перед началом отработки необходимо изучить теоретический материал п.1.3 и п.1.6. Последовательность выполнения заданий группами приведена в таблице 5.1.

## 5.1 Исходные данные

Номер п/п	Номера групп							
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6	Группа 7	Группа 8
1	1	13	12	11	10	9	8	7
2	2	1	13	12	11	10	9	8
3	3	2	1	13	12	11	10	9
4	4	3	2	1	13	12	11	10
5	5	4	3	2	1	13	12	11
6	6	5	4	3	2	1	13	12
7	7	6	5	4	3	2	1	13
8	8	7	6	5	4	3	2	1
9	9	8	7	6	5	4	3	2
10	10	9	8	7	6	5	4	3
11	11	10	9	8	7	6	5	4
12	12	11	10	9	8	7	6	5
13	13	12	11	10	9	8	7	6

5.6. *Ход работы*

1. Отработать приемы остановки кровотечения и наложения повязок при ранениях

В зависимости от вида кровотечения применяют разные способы его остановки. При артериальном кровотечении кровь алого цвета бьет из раны пульсирующей струей. При венозном кровотечении кровь темно-красная и вытекает из раны без толчков. При капиллярном кровотечении кровь просачивается мелкими каплями из поврежденных тканей.

Существуют временные и постоянные способы остановки кровотечения. Первые применяются на месте происшествия в порядке взаимопомощи, вторые в лечебных учреждениях. Временные способы остановок кровотечений включают прижатие пальцем кровоточащего сосуда к кости выше места ранения, максимальное сгибание конечности в суставе и наложение жгута или закрутки. Способ пальцевого прижатия кровоточащего сосуда к кости применяется на короткое время, необходимое для приготовления жгута или давящей повязки.

При наличии у человека кровоточащих ран важно как можно быстрее остановить кровотечение. Наиболее быстро это можно сделать, прижав пальцем кровеносный сосуд к прилегающей кости (рис. 5.2).

При кровотечениях из ран головы прижимают височную артерию впереди козелка уха, на уровне брови; при кровотечении из ран щеки или губы прижимают нижнечелюстную артерию на нижней челюсти против малого коренного зуба; кровотечение из ран головы и лица можно остановить также путем прижатия одной из сонных артерий (сбоку от гортани) к шейным позвонкам.

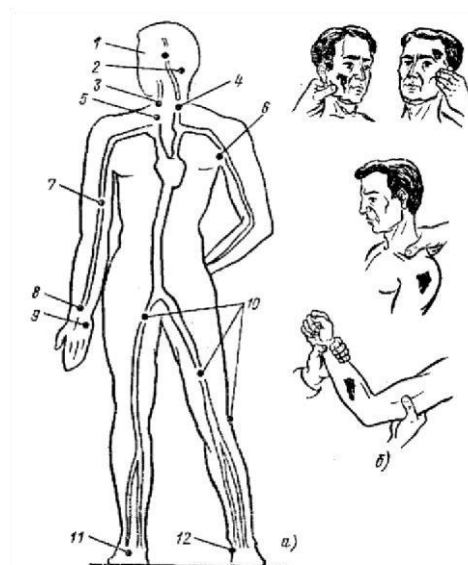


Рис. 5.2. Схема мест прижатия артерий для остановки кровотечения из сосудов а- главные места прижатия артерий: 1- височной; 2- затылочной; 3, 4- сонной; 5- подключичной; 6- подмышечной; 7- плечевой; 8- лучевой; 9-локтевой; 10- бедренной; 11- передней большеберцовой; 12- задней большеберцовой; б- примеры пальцевого прижатия

Кровотечение из плечевой артерии можно остановить, вдавив тугой валик из ваты в подмышечную впадину; из ран на ноге - путем прижатия бедренной артерии в середине пахового сгиба (рис. 5.3).

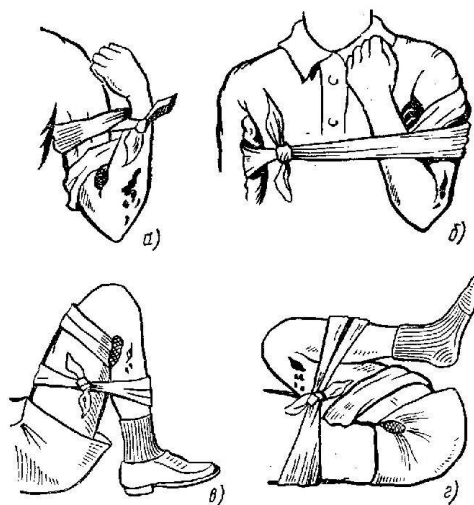


Рис. 5.3. Схемы сгибания конечности в суставах для остановки кровотечения:  
 а- из предплечья; б- из голени; в- из голени; г- из бедра

Сильное артериальное кровотечение из ран на конечностях останавливается наложением выше ран жгута или закрутки (рис. 5.4, 5.5). Перед наложением жгута (резинового) под него необходимо подложить мягкую подкладку из материи, ваты или марли. Жгут слегка растягивают и делают вокруг конечности несколько витков один к другому, чтобы образовалась широкая давящая поверхность; концы жгута скрепляют с помощью крюча и цепочки или завязывают.

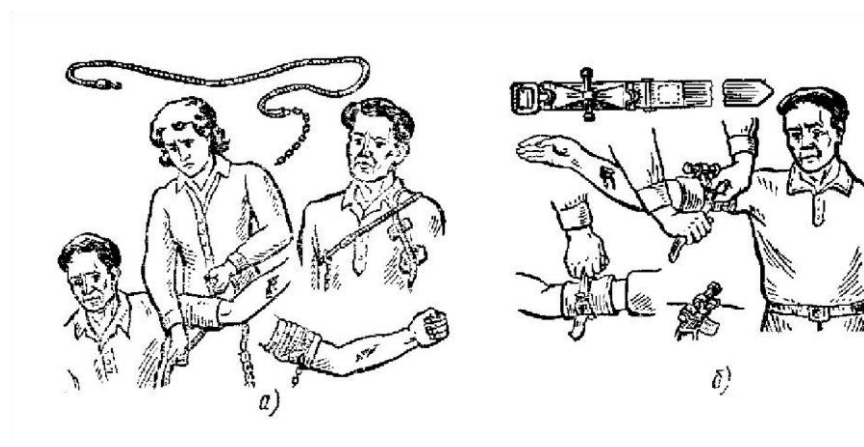


Рис. 5.4. Схемы применения жгута для остановки кровотечения:  
 а - наложение резинового жгута; б - наложение матерчатого жгута

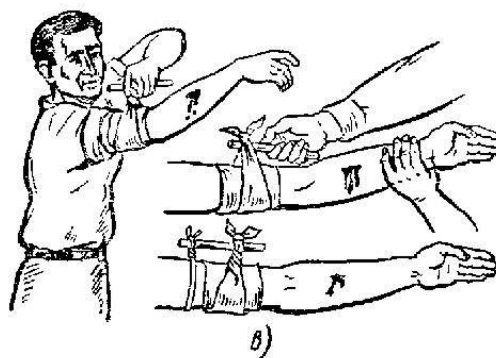


Рис.5.5. Схема применения закрутки для остановки кровотечения

Матерчатый жгут - хлопчатобумажную тесьму - накидывают на конечность и наматывают в несколько слоев. Свободный конец тесьмы затем продевают в пряжку, затягивают как можно туже и закрепляют с помощью закрутки. При отсутствии жгута можно использовать подручные средства (веревку, платок, бинт, брючный ремень), с помощью которых накладывается закрутка. Жгут (закрутка) накладывается не более чем на 1,5...2 часа, а в холодное время - не более чем на 1 час, иначе может произойти омертвление конечностей. Время наложения жгута (закрутки) обязательно отмечают (карандашом, ручкой) на самой повязке или на бумаге, которую подкладывают под жгут (закрутку).

Другим надежным способом остановки кровотечения из ран конечностей является максимальное сгибание конечности в суставах с фиксацией ее в таком положении (рис. 5.6).



Рис. 5.6. Схемы максимального фиксированного сгибания конечности для остановки кровотечения

Любая рана может стать опасной не только в результате возникшего кровотечения, но и вследствие заражения ее микробами. Чтобы избежать этого, запрещается трогать рану руками, извлекать из нее глубоко сидящие осколки (инородные тела), удалять прилипшие к ней остатки одежды. На рану обычно кладут кусок стерильной марли или бинта. Бинтуют, как правило, слева направо, закрывая каждым новым витком предыдущий на половину ширины бинта, от узкой части тела к более широкой, т.е. снизу вверх.

На кровоточащие артерии и вены накладывается давящая повязка: рана накрывается несколькими слоями стерильной марли, бинта или подушечками из индивидуального перевязочного пакета. Поверх стерильной марли помещается слой ваты и накладывается круговая повязка. Перевязочный материал, плотно прижатый к ране, сдавливает кровеносные сосуды и способствует остановке кровотечения.

При сильном артериальном кровотечении из конечности следует: придать поврежденной конечности возвышенное положение; на обнаженную часть конечности выше раны наложить салфетку, сделать несколько ходов бинта или использовать любую другую прокладку (одежду пострадавшего, платок и пр.); сильно растянутый жгут наложить на конечность выше раны на прокладку так, чтобы первые один-два оборота жгута остановили кровотечение; закрепить конец жгута с помощью крючка и цепочки; поместить под жгут записку, в которой отметить дату и время наложения жгута; еще раз проверить правильность положения жгута (по прекращению кровотечения, отсутствию пульса на периферических артериях, бледному цвету кожи); в зимнее время конечности с наложенным жгутом обернуть ватой, одеждой.

Вместо табельного резинового жгута можно использовать кусок тряпки, бинта, носовой платок или брючный ремень.

Методика наложения жгута-закрутки такая же, как при наложении жгута. Закрутку накладывают выше раны, ее концы завязывают узлом с петлей, в петлю вставляют палочку, с помощью которой закрутку затягивают до прекращения кровотечения и закрепляют бинтом.

В крайнем случае временную остановку кровотечения можно осуществить максимальным сгибанием конечности в суставе.

Жгут можно наложить на определенный срок (в зимний период — не более 1 ч и в летний — не более 2 ч), так как в противном случае конечность омертвеет. При первой же возможности его снимают. Если такая возможность отсутствует, то через 1,5 — 2,0 ч следует опустить жгут на 2 — 3 мин до покраснения кожи и затем вновь затянуть.

Венозное и капиллярное кровотечение достаточно успешно останавливают, накладывая давящую повязку. Вену сдавливают ниже места ее повреждения.

После наложения повязки и временной остановки кровотечения пострадавшего отправляют в больницу для первичной хирургической обработки раны и окончательной остановки кровотечения.

Наиболее опасными осложнениями ран являются кровотечение и инфицирование. Различают первичную и вторичную раневую инфекцию.

Первичная раневая инфекция — это микроорганизмы, попавшие в рану в момент ранения. Первичной раневой инфекции избежать невозможно — это микробы, которые всегда присутствуют на коже и слизистых оболочках, на одежде, в воздухе, на ранящем оружии.

Вторичная раневая инфекция — это микробы, попадающие в рану в процессе ее лечения — с перевязочного материала, инструментов, растворов, вводимых в рану, с рук медицинского персонала, и т. д.

Все мероприятия, связанные с уничтожением первичной раневой инфекции, т. е. микробов, уже попавших в рану, *называются антисептикой*.

Система мероприятий, направленная на предупреждение вторичного инфицирования ран в процессе их лечения (стерилизация перевязочного и шовного материала, растворов, инструментов, белья, рук медицинского персонала, перчаток, воздуха операционной и перевязочной) называется *асептикой*.

Следует помнить, что если рана вовремя и хорошо защищена повязкой, то защитные силы организма чаще всего справляются с первичной раневой инфекцией, и такие раны быстро и хорошо заживают. Поэтому правильное и своевременное наложение повязки на рану является одним из важнейших и действенных мероприятий первой медицинской помощи.

Классическим перевязочным материалом являются биты медицинские — полоски марли различной ширины и длины, скатанные валиком. Ширина выбранного бинта зависит от размера раны и особенностей локализации раны на той или иной части туловища. Очень удобно при наложении повязок (особенно на колотые и огнестрельные раны) пользоваться индивидуальным



перевязочным пакетом (ППИ-1), который простерилизован и пропитан антисептиками в заводских условиях.

## 2. Оказание первой медицинской помощи при шоке

Шок- это сложная реакция организма на болевые раздражения, которая возникает при тяжелых ранениях и переломах, сопровождаемых потерей крови. Шоковое состояние характеризуется резким упадком сил и снижением всех жизненных функций организма: дыхание становится поверхностным, кровяное давление падает, выступает холодный пот, наступает состояние оцепенения.

Первая помощь при шоке заключается в остановке кровотечения, иммобилизации переломов, наложении повязок, введении противоболевого средства. Затем пострадавшего нужно согреть: укрыть одеялом, обложить грелками и, если нет повреждений брюшной полости, дать ему горячего чая, кофе или теплой подсоленной воды (на 1 литр воды 1...0,5 чайной ложки поваренной соли и столько же питьевой соды) и как можно быстрее и осторожнее доставить в лечебное учреждение.

Искусственное дыхание. В случае остановки дыхания и сердца необходимо немедленно приступить к проведению искусственного дыхания <изо рта в рот> или <изо рта в нос> и непрямого массажа сердца.

Для проведения искусственного дыхания пострадавшего необходимо положить на спину, голову максимально запрокинуть назад, подложив ему под лопатки доску или валик из одежды, чтобы выпрямились воздухоносные пути и язык не закрывал входа в трахею (рис. 5.7).

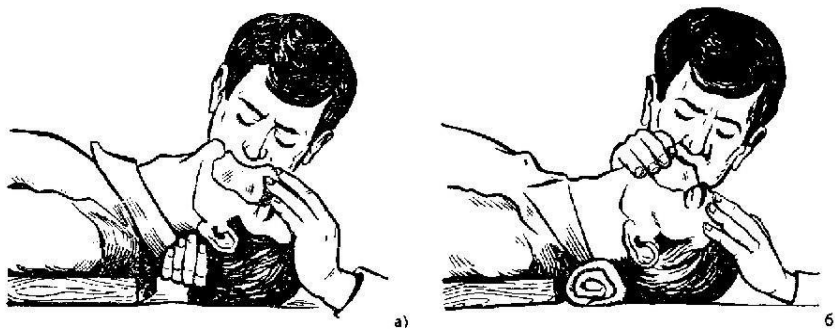


Рис. 5.7. Вид проведения искусственного дыхания:  
а- способом «изо рта в рот»; б- способом «изо рта в нос»

Делая искусственное дыхание способом «изо рта в рот», оказывающий помощь располагается сбоку от головы пострадавшего, одну руку подсовывает под его шею, а ладонью другой руки надавливает на лоб, максимально запрокидывая голову. При этом корень языка поднимается и

освобождает вход в гортань, а рот пострадавшего открывается. Оказывающий помощь наклоняется к лицу пострадавшего, делает глубокий вдох открытым ртом, затем полностью плотно охватывает губами открытый рот пострадавшего и делает энергичный выдох; одновременно закрывает нос пострадавшего щекой или пальцами руки, находящейся на лбу (рис. 5.7 а). Как только грудная клетка пострадавшего поднялась, нагнетание воздуха приостанавливают, оказывающий помощь приподнимает свою голову, происходит пассивный выдох у пострадавшего. Для того чтобы выдох был более глубоким, можно несильным нажатием руки на грудную клетку помочь воздуху выйти из легких пострадавшего.

Если у пострадавшего хорошо определяется пульс и необходимо проводить только искусственное дыхание, то интервал между вдохами должен составлять 5 секунд, что соответствует частоте дыхания 12 раз в минуту.

Если челюсти пострадавшего плотно сжаты и открыть рот не удастся, следует проводить искусственное дыхание способом «изо рта в нос» (рис. 5.7 б).

Если у пострадавшего отсутствует не только дыхание, но и пульс на сонной артерии, одного искусственного дыхания при оказании помощи недостаточно. В этом случае необходимо проводить наружный массаж сердца (рис. 5.8). Если помощь оказывает один, он располагается сбоку от пострадавшего и, наклонившись, делает два быстрых энергичных вдувания (по способу «изо рта в рот» или «изо рта в нос»), затем разгибается, оставаясь на этой же стороне от пострадавшего, ладонь одной руки кладет на нижнюю половину груди, отступив на два пальца выше от ее нижнего края, а пальцы приподнимает. Ладонь второй руки он кладет поверх первой поперек или вдоль и надавливает, помогая наклоном своего корпуса. Руки при надавливании должны быть выпрямлены в локтевых суставах.

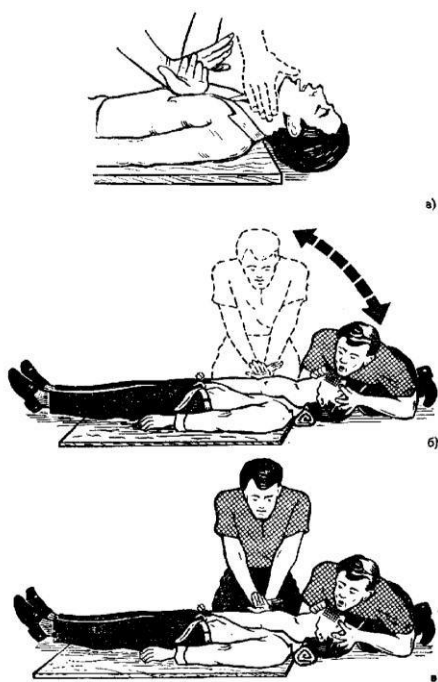


Рис. 5.8. Проведение искусственного дыхания и наружного массажа сердца: а - правильное положение рук при наружном массаже сердца и определения пульса на сонной артерии (пунктир);

б - проведение **искусственного** дыхания и наружного массажа сердца одним человеком; в - проведение искусственного дыхания и наружного массажа сердца вдвоем

Надавливать следует быстрыми толчками так, чтобы смещать грудину на 3...4 сантиметров, продолжительность надавливания не более 0,5 секунды, интервал между отдельными надавливаниями не более 0,5 секунды.

В паузах рук с грудины не снимают (если помощь оказывают два человека), пальцы остаются приподнятыми, руки полностью выпрямлены в локтевых суставах.

Если оживление проводит один человек (рис. 5.8 б), то на каждые два глубоких вдувания он производит 15 надавливаний на грудину, затем снова делает два вдувания и опять повторяет 15 надавливаний. За минуту необходимо сделать 60 надавливаний и 12 вдуваний, то есть выполнить 72 манипуляции, поэтому темп реанимационных мероприятий должен быть высоким.

Опыт показывает, что больше всего времени затрачивается на искусственное дыхание. Нельзя затягивать вдувание; как только грудная клетка пострадавшего поднялась, его надо прекращать.

При участии в реанимации двух человек (рис. 5.8 в) соотношение «дыхание-массаж» составляет 1:5, то есть после одного вдувания проводится пять надавливаний на грудную клетку.

### 3. Отработать способы выноса пострадавших

Некоторые способы эвакуации пострадавшего из очага поражения без носилок. Одним из надежных способов транспортировки пострадавших является переноска на лямке сложенной кольцом или восьмеркой. Пострадавших можно также выносить на спине или на руках - способом «замком из трех рук» или «замком из четырех рук» (рис. 5.9).

Освоить и отработать следующие практические навыки: освоить способы переноски пострадавших на руках одним носильщиком; научиться соединять две руки «замком» и переносить условно пострадавшего; отработать соединение «замок» из трех рук и переносить условно пострадавшего; отработать соединение «замок» из четырех рук; уметь сориентироваться и быстро принять решение, использование какого из «замков» наиболее рационально; отработать на условно пораженных способ переноски на руках вдвоем пострадавшего в бессознательном состоянии; научиться переносить пострадавших на одеяле, простыне, брезенте вдвоем.

Для удобства работы студентов лучше всего, разделить на группы по 4 человека так, чтобы на каждую группу приходилось одеяло (простыня, кусок брезента).

Следует помнить, что такие манипуляции, как наложение жгута, искусственная вентиляция легких, непрямой массаж сердца, введение обезболивающих из шприца-тюбика — нужно только имитировать.



Рис. 5.9. Приемы переноски раненых:

а - с помощью лямки; б - на спине; в - вдвоем на руках(замком из трех или четырех рук)

Например, при отработке навыков наложения жгута при артериальном кровотечении студент должен проделать все необходимые манипуляции на условно пораженном, но при этом не затягивать первый тур жгута.

При отработке навыков непрямого массажа сердца — уметь правильно уложить «пострадавшего», найти область на груди, на которую нужно надавливать; определить в конкретном случае, будет ли использоваться ладонь, несколько пальцев или один палец; как соотносить надавливание на грудь с искусственной вентиляцией; с какой частотой и силой производить массаж.

В конце занятия подводятся итоги, демонстрация полученных навыков и персональная оценка работы каждого студента.

### *5.7. Выводы*

В результате выполнения лабораторной работы изучены приемы и способы остановки кровотечения и наложения повязок при ранениях; изучены способы оказания помощи при переломах и ожогах; изучены способы эвакуации их зоны ЧС. В результате выяснено что для эффективного ведения АСР необходимо правильно и быстро оценить состояние пострадавшего, определить объем и последовательность необходимых мероприятий по спасению его жизни и провести эти мероприятия быстро и грамотно.

Выявлена зависимость эффективности дальнейшего лечения от бережной и грамотной эвакуации пострадавших из очага ЧС к месту лечения; отработан процесс правильного выноса из очага ЧС на руках.

### *5.8. Отчет о выполненной работе*

Отчет по работе выполняется индивидуально каждым студентом и подписывается им с указанием даты выполнения. Правильно выполненный отчет по предыдущей работе является одним из условий допуска к последующей работе.

### *Контрольные вопросы*

1. Показать места прижатия артерий для остановки кровотечения из кровеносных сосудов.

Как осуществляется остановка сильного артериального или венозного кровотечений из ран на конечностях.

3. На какое время накладывается жгут на рану для остановки кровотечения в теплое и холодное время года.

4. Виды ранений.

5. Первая помощь при ранениях.

6. Как определить, что человек жив.

7. Как определить пульс человека.

8. Назначение и сроки оказания ПМП.

9. Мероприятия ПМП.

10. Виды и назначение повязок.

12. Какие существуют способы искусственного дыхания.

13. Покажите способ проведения непрямого массажа сердца.

14. Продемонстрируйте приемы переноски раненых на руках.

15. Применение шприц-тюбика.

*Библиографический список* 1. Безопасность жизнедеятельности / Под ред. Белова С.В. – М.: Высш. шк., 1999. – 448 с. 2. Атаманюк В. Г. и др. Гражданская оборона: Учебник для вузов. - М.: Высш. шк., 1986. - 207 с.

### **Заключение**

Разработанный практикум содержит сведения, необходимые для выполнения лабораторных работ и оформления отчетной документации по курсу «Организация и ведение аварийно-спасательных работ» для студентов направления 20.03.01(280700.62) «Техносферная безопасность».

### **Библиографический список**

1. Патент 2415237 РФ, МПК E04G 11/04. Быстровозводимое сооружение на базе пневматической опалубки./ Николенко С.Д., Казаков Д.А., Михневич И.В.; Науч.- исслед. ГОУ ВПО ВГАСУ. – 2009139731/03. Заяв. 27.10.2009; Оpubл. 27.03.2011, Бюл. №9.
2. И.В.Михневич, С.Д.Николенко, В.А.Попов. К вопросу о защитных свойствах быстровозводимых сооружений на основе пневмоопалубки.// Пожарная безопасность: проблемы и перспективы: материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2 Ч. Ч. 1. Воронеж: ВИ ГПС МЧС России, 2012. С. 234-237.
3. И.В.Михневич, С.Д.Николенко. Разработка технологии производства быстровозводимого сооружения.// Проблемы безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам всерос. науч. - практ. конф., 21 дек. 2012г. / ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России. – Воронеж, 2012. С. 224-225.
4. С.Д.Николенко, И.В.Михневич. Сравнительный анализ быстровозводимых сооружений для использования в ЧС.// Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2013. №4(13). С. 43-48.
5. С.Д.Николенко, И.В.Михневич. Разработка конструкций пневматических опалубок.// Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2014. №2(15). С. 18-22.
6. Колодяжный, С.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения / С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко, С.А. Сазонова, А.А. Седаев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 4 (32). - С. 2533.
7. Сазонова, С.А. Результаты вычислительного эксперимента по апробации метода решения задачи статического оценивания для систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2010. - № 6. – С. 93-99.
8. Сазонова, С.А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 5. - С. 68-71.
9. Сазонова, С.А. Статическое оценивание состояния систем теплоснабжения в условиях информационной неопределенности / С.А. Сазонова // Моделирование систем и информационные технологии: сб. науч. тр. М-во образования Российской Федерации, [редкол.: Львович И. Я. (гл. ред.) и др.]. – М., 2005. - С. 128-132.
10. Надежность технических систем и техногенный риск: учебн. пособие / сост: С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко; Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2013. - 148 с.

11. Сазонова, С.А. Разработка модели структурного резервирования для функционирующих систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. - С. 82 - 86.
12. Сазонова, С.А. Результаты вычислительного эксперимента по апробации математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2010. - № 6. – С. 99- 104.
13. Приказ МЧС РФ от 23 декабря 2005 г. N 999 "Об утверждении Порядка создания нештатных аварийно-спасательных формирований" (в ред. Приказа МЧС России от 22 августа 2011 г. № 456).
14. Приложение N 2 к Порядку, утвержденному приказом МЧС РФ от 23 декабря 2005 г. N 999 с изменениями утвержденными Приказом МЧС России от 30 июня 2014 г. N 331.
15. Харисов Г. Х., Калайдов А. Н., Неровных А. Н., Фирсов А. В. Сборник заданий для практических занятий по дисциплине «Организация и ведение аварийно-спасательных работ»: Учеб.-метод. пособие. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. - 51 с.
16. Седнёв В. А., Лысенко И. А. Организация защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Методические указания по выполнению курсовой работы: Учебно-методическое пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 45 с.
17. Учебник читателя / С.К. Шойгу, М.И. Фалеев, Г.Н. Кириллов и др. ; под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. – 2-е изд., перабот. и доп. – Краснодар: «Сов. Кубань», 2002. – 528 с.
18. Аварийно-спасательные и другие неотложные работы: основы организации и технологии ведения АСДНР с учетом нештатных аварийно-спасательных формирований / Под общ. ред. П.Я. Перевошикова. – М.: Институт риска и безопасности, 2006. – 413 с.
19. Защита населений и территорий в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / В.П. Журавлев и др. – Изд-во АСВ / 1999 – 376 с.
20. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Б.С. Мастронов. – 3-е изд., перабот. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 336 с.
21. Безопасность жизнедеятельности. Защита населений и территорий в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Я.Д. Вишняков [и др.]. – 3-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.
22. Защита населений и территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций и опасностей военного характера: учебное пособие / А.В. Горшков, Д.Л. Мальцев, С.М. Корнеев, И.В. Никитин; под общ. ред. А.Г. Старикова. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005. – 280 с.
23. Алехин, В.И. Пособие по организации и проведению аварийноспасательных и неотложных аврийно-восстановительных работ в гарнизонах и на объектах ВС РФ. Часть 1. Планирование и организация проведения аварийно-спасательных и неотложных аврийно-восстановительных работ/ Алехин В.И., Латушкин С.Н., Морозов А.С., Тонких Г.П. и др. – М.: ФГУП 26 ЦНИИ МО РФ, 2002. – 202 с.
24. Алехин, В.И. Пособие по организации и проведению аварийноспасательных и неотложных аврийно-восстановительных работ в гарнизонах и на объектах ВС РФ. Часть 2. Технология проведения аварийно-спасательных и неотложных аврийновосстановительных работ/ Алехин В.И., Латушкин С.Н., Морозов А.С., Тонких Г.П. и др. – М.: ФГУП 26 ЦНИИ МО РФ, 2002. – 224 с.



25. Руководство по выполнению спасательных и других неотложных работ в условиях завалов и разрушения зданий и сооружений. – М.: ВНИИ ГОЧС. 1994. – 148 с.

26. Справочник–каталог аварийно спасательных средств. Часть 1. Наземные технические средства предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – М.: ВНИИ ГОЧС, 2001. – 202 с.

## Приложение 1

Примерные нормы оснащения нештатных аварийно-спасательных формирований специальными техникой, оборудованием, снаряжением, инструментами и материалами

Таблица

### П.1 1. Средства индивидуальной защиты

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
1.	Противогаз фильтрующий (в т.ч. с защитой от аварийно химически опасных веществ)	компл.	1 на чел.	На штатную численность создаваемых формирований
2.	Респиратор фильтрующий	шт.	1 начел.	На штатную численность создаваемых формирований
3.	Противогаз изолирующий на сжатом воздухе или кислороде	компл.	1 на чел.	На штатную численность газодымозащитников

4.	Средство индивидуальной защиты кожи изолирующего герметичного типа	компл.	1 на чел.	На штатную численность формирований радиационной химической защиты
5.	Средство индивидуальной защиты кожи фильтрующего типа	компл.	1 на чел.	На штатную численность формирований радиационной и химической защиты
6.	Костюм защитный облегченный	компл.	1 на чел.	На штатную численность создаваемых формирований, за исключением формирований радиационной и химической защиты
7.	Мешок прорезиненный для зараженной одежды	шт.	1	На 20 защитных костюмов
8.	Самоспасатель фильтрующий	компл.	1	На 30% штатной численности создаваемых формирований
9.	Респиратор газодымозащитный	шт.	1 на чел.	На штатную численность пожарно-спасательных формирований

Таблица П.2

## 2. Медицинское имущество

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
1.	Индивидуальный противохимический пакет	шт.	1 на чел.	На штатную численность создаваемых формирований
2.	Комплект индивидуальный медицинский гражданской защиты	компл.	1 на чел.	На штатную численность создаваемых формирований
3.	Комплект индивидуальный противоожоговый с перевязочным пакетом	шт.	1 на чел.	На штатную численность создаваемых формирований

Окончание табл. П 2

4.	Носилки мягкие бескаркасные огнестойкие (огнезащитные)	шт.	10	Каждому отряду
			5	Каждой команде
			3	Каждой группе
			2	Каждому звену

5.	Санитарная сумка с укладкой для оказания первой помощи	компл.	1	На 5 % штатной численности всех формирований
6.	Набор перевязочных средств противоожоговый	компл.	1	На 20% штатной численности всех формирований

**Примечание:** Комплекты индивидуальные медицинской гражданской защиты и санитарные сумки с укладкой для оказания первой помощи пополняются медицинскими средствами по мере их использования или при истечении сроков их годности.

Таблица П.3

### 3. Средства радиационной, химической разведки и контроля

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
1.	Дозиметр-радиометр $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ излучения (носимый) с диапазоном измерений мощности амбиент эквивалента дозы $\gamma$ -излучения от 0,10 мкЗв/ч до 10 Зв/ч и плот потока $\alpha$ -излучения от 0,1500 с <sup>-1</sup> · см <sup>-2</sup> $\beta$ -излучения от 0,1 до 1500 с <sup>-1</sup> · см <sup>-2</sup>	компл.	1	Каждому формированию радиационной и химической защиты
2.	Дозиметр $\gamma$ мощности $\gamma$ -излучения (персоналом измерений дозы $\gamma$ излучения от 0,1 до 3 мЗв/ч и дозы от 1,0 Зв до 100 Зв	шт.	1 на чел.	На штатную численность создаваемых формирований радиационной и химической защиты
3.	Дозиметр гамма-излучения с диапазоном измерений мощности амбиентного эквивалента дозы излучения от 0,10 мкЗв/ч до 10 Зв/ч и выносным блоком детектирования	компл.	1	На пункт управления (подвижный, стационарный) и транспортные средства формирований

				радиационной и химической защиты
4.	Электронный дозиметр с диапазоном измерения эквивалента дозы излучения от 0,10 мкЗв до 15 Зв (связью с ПЭВМ)	шт.	1 на чел.	Руководящему составу создаваемых формирований

Окончание табл. П 3

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
5.	Комплект дозиметров (индивидуальных) с диапазоном измерения от 20 мкЗв до 10 Зв со считывающим устройством	компл.	1 на группу, звено, пост	На штатную численность создаваемых формирований за исключением руководящего состава
6.	Комплект дозиметров радиофотолюминесцентных (индивидуальных) с измерительным устройством и устройством для отжига	компл.	1 на отряд, команду	На штатную численность создаваемых формирований за исключением руководящего состава
Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
7.	Метеорологический комплект с электронным термометром	компл.	1	Каждому создаваемому формированию
8.	Комплект носимых знаков ограждения	компл.	2	Каждому создаваемому формированию разведки
9.	Газосигнализатор автоматический - для определения зараженности воздуха и автоматической сигнализации об их обнаружении	компл.	1	Каждому создаваемому формированию разведки

10.	Многокомпонентный газоанализатор - для измерения и анализа концентрации (от 1 ПДК в рабочей зоне) в воздухе и автоматической сигнализации об их обнаружении	компл.	1	Каждому химикуразведчику создаваемых формирований
11.	Комплект отбора проб	компл.	1	Каждому химикуразведчику создаваемых формирований
12.	Войсковой прибор химической разведки с комплектом индикаторных трубок	компл.	1	Каждому химикуразведчику создаваемых формирований
13.	Экспресс лаборатория - для определения индикаторными средствами загрязненности воздуха, воды, почвы и продуктов питания	компл.	1	Каждому создаваемому формированию разведки

**Примечания:** 1. Источники питания приобретаются на приборы по истечению их срока годности или при их использовании.

2. Индикаторные средства для приборов химической разведки и газового контроля пополняются по истечению их срока годности или при их использовании.

Таблица П.4

#### 4. Средства специальной обработки

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
1.	Комплект специальной обработки транспорта	компл.	1	На 1 единицу автотракторной техники
2.	Комплект специальной обработки автомобильной техники	компл.	1	На 1 единицу автомобильной техники
3.	Комплект санитарной обработки	компл.	1	На звено

Таблица

#### П.5 5. Инженерное имущество и аварийно-спасательный инструмент

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
-----------	------------------------	-------------------	---------------	---------------

1.	Аварийно-спасательный инструмент и оборудование	компл.	На 10% личного состава	Каждому формированию
2.	Пояс спасательный с карабином	шт.	1	Каждому спасателю всех формирований
3.	Приборы газопламенной резки с резаками, напорными рукавами, редукторами и газовыми баллонами (кerosинорезы, газосварочные аппараты)	компл.	3	Каждому отряду
			2	Каждой команде
			1	Каждой группе
			1	Каждому звену
4.	Комплект шанцевого инструмента (лопата штыковая и совковая, лом, кувалда, кирка-мотыга, топор плотничный, пила поперечная)	компл.	1	На каждый автомобиль (легковой, грузовой, специальный) всех формирований
			1	На каждую специальную технику (экскаватор, бульдозер, автокран, трактор, компрессорную и электрическую станции, сварочный аппарат и полевую кухню (котел)) всех формирований
5.	Грузоподъемные средства (лебедка, тали, домкраты и др.)	компл.	4	Каждому отряду
			3	Каждой команде
			2	Каждой группе
			1	Каждому звену
6.	Трос разный	Метр	75-100	На каждую лебедку, таль
7.	Канат пеньковый	Метр	75	Каждому формированию
8.	Блоки разные	компл.	1	На каждую лебедку, таль
9.	Фонарь карманный электрический	шт.	1 на чел.	Всему личному составу формирований, непосредственно принимающему участие в проведении спасательных работ

Окончание табл. П. 5

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
10.	Защитные очки	шт.	1 на чел.	Всему личному составу формирований, непосредственно при-

				нимающему участие в проведении спасательных работ
11.	Моторная пила	шт.	1	Каждому отряду
			1	Каждой команде
			1	Каждой группе
			1	Каждому звену
12.	Мотобетонолом	шт.	1	На каждые 10 человек всех формирований
13.	Ножницы для резки проволоки	шт.	2	На каждые 10 человек всех формирований
14.	Осветительная установка	шт.	1	На каждые 15 человек всех формирований
15.	Бинокль	шт.	1	Каждому формированию разведки
16.	Компас	шт.	1	Каждому формированию
17.	Надувная лодка с мотором	шт.	1-2	Каждому формированию, проводящему аварийно-спасательные работы на водах
18.	Пневмокаркасный модуль	компл.	1	На пункт управления проведением аварийно-спасательных работ

Таблица

П.6 6. Средства связи

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
1.	Радиостанция КВ стационарная	компл.	1	На пункт управления проведением аварийно-спасательных работ
2.	Радиостанция УКВ стационарная	компл.	2	На пункт управления проведением аварийно-спасательных работ
3.	Радиостанция УКВ автомобильная	компл.	1	На каждый автомобиль всех формирований
4.	Радиостанция УКВ носимая	компл.	2	Каждому структурному подразделению формирований
			1	Каждому спасателю всех формирований
5.	Телефонный аппарат АТС	шт.	5 - 10	На пункт управления проведением аварийно-спасательных работ

6.	Телефонный кабель полевой	км.	10	На пункт управления проведением аварийно-спасательных работ территориальных формирований
			5	На пункт управления проведением аварийно-спасательных работ формирований организаций

Окончание табл. П. 6

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
7.	Радиовещательный транзисторный приемник	компл.	1	На пункт управления проведением аварийно-спасательных работ
8.	Телефонный аппарат полевой	шт.	10	На пункт управления проведением аварийно-спасательных работ
9.	Электромегафон	шт.	1	Каждому формированию
10.	Коммутатор полевой телефонный	компл.	1	На пункт управления проведением аварийно-спасательных работ

Таблица П.7

### 7. Пожарное имущество

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
1.	Комплект для резки электропроводов (в комплект входят ножницы для резки электропроводов, резиновые сапоги или галоши, перчатки резиновые)	компл.	1	Каждой сводной команде
			1	Каждой спасательной команде (группе)
2.	Пояс пожарный спасательный с карабином	шт.	10	Каждой сводной команде



			1	Каждой сводной группе
			1	Каждой спасательной команде (группе)
3.	Лестница-штурмовка	шт.	1	Каждой сводной команде (группе)
			1	Каждой спасательной команде (группе)
4.	Боевая одежда пожарного, в том числе шлем, перчатки и сапоги резино- вые пожарного	компл.	1	На 10% личного состава каждого формирования

Окончание табл. П. 7

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
5.	Газодымосос	компл.	1	Каждому пожарно-спасательному звену
6.	Лампа бензиновая водопроводно-канализационная	компл.	1	Каждому пожарно-спасательному звену

Таблица

П.8 8. Вещевое имущество

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
1.	Шлем защитный брезентовый	шт.	1 на чел.	Всему личному составу формирований, непосредственно принимающему участие в проведении АСДНР
2.	Шлем защитный пластмассовый	шт.	1 на чел.	Всему личному составу формирований, непосредственно принимающему участие в проведении АСДНР

3.	Подшлемник шерстяной	шт.	1 на чел.	Всему личному составу формирований, непосредственно принимающему участие в проведении спасательных работ
4.	Рукавицы брезентовые	Пара	1 на чел.	Всему личному составу формирований, непосредственно принимающему участие в проведении АСДНР
5.	Сапоги или ботинки с высокими берцами	Пара	1 на чел.	На штатную численность личного состава формирований
6.	Форменная одежда (зимняя, летняя)	компл.	1 на чел.	На штатную численность личного состава формирований
7.	Сигнальная одежда (жилет со светоотражающими нашивками)	шт.	1 на чел.	На штатную численность личного состава формирований
8.	Свитер	шт.	1 на чел.	На штатную численность личного состава формирований
9.	Теплое нижнее белье	компл.	1 на чел.	На штатную численность личного состава формирований
10.	Фонарь налобный	шт.	1 на чел.	На штатную численность личного состава формирований
11.	Рюкзак 60 л	шт.	1 на чел.	На штатную численность личного состава формирований
12.	Очки защитные	шт.	1 на чел.	На штатную численность личного состава формирований

Окончание табл. П.8

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
13.	Карабин	компл. из 5 шт.	1 на чел.	Для личного состава формирований, выполняющих высотные работы

14.	Обвязка специзделие	шт.	1 на чел.	Для личного состава формирований, выполняющих высотные работы
15.	Веревка спасательная	шт.	1 начел.	Для личного состава формирований, выполняющих высотные работы
16.	Спусковое устройство	шт.	1 на чел.	Для личного состава формирований, выполняющих высотные работы
17.	Зажим	шт.	1 на чел.	Для личного состава формирований, выполняющих высотные работы
18.	Зажим страховочный	шт.	1 на чел.	Для личного состава формирований, выполняющих высотные работы
19.	Усы самостраховки	шт.	1 на чел.	Для личного состава формирований, выполняющих высотные работы
20.	Педаля рука-нога	шт.	1 на чел.	Для личного состава формирований, выполняющих высотные работы

Таблица П.9

### 9. Автомобильная и специальная техника

Номер п/п	Наименование имущества	Единица измерения	Норма отпуска	Кому положено
1.	Транспорт пассажирский	шт.	На 100% личного состава	Каждому территориальному формированию
2.	Специальная техника	шт.	С учетом специфики деятельности	Каждому формированию

*Приложение 2*  
*Образец титульного листа*

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

Кафедра пожарной и промышленной безопасности

ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № \_\_\_\_ по дисциплине

**«Организация и ведение аварийно-спасательных работ»**

Тема: \_\_\_\_\_

---

Вариант \_\_\_\_ Выполнил студент \_\_\_\_\_  
(дата, подпись) (Ф.И.О)

Группа \_\_\_\_\_

Проверил \_\_\_\_\_  
(дата, подпись) (Ф.И.О)

Воронеж 20\_\_\_\_  
Оглавление

Введение .....	3
Теоретическая часть .....	5
Аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСДНР) .....	5
Практическая часть .....	
27 Лабораторная работа №1 .....	
27	
Выбор средств оснащения внештатных аварийно-спасательных формирований.....	27
1.1. Цель работы .....	27
1.2. Теоретические сведения .....	27
1.3.Задание .....	
28	
1.4. Исходные данные .....	28
1.5.Ход работы.....	29
1.6.Выводы .....	
30	
1.7.Отчет о работе.....	30
Контрольные вопросы .....	
30	
Библиографический список .....	30
Лабораторная работа № 2. ....	31
Расчет сил и средств для спасения людей при пожарах .....	31
2.1. Цель работы .....	31
2.2. Теоретические сведения .....	31
2.3. Задание .....	
31	
2.4. Исходные данные .....	32
2.5. Ход выполнения задания .....	33
2.6. Выводы .....	37
2.7. Отчет о выполненной работе.....	37
Контрольные вопросы .....	
37	
Лабораторная работа №3. ....	38

Расчет сил для аварийно-спасательных и аварийно-восстановительных работ при наводнениях.....	38
3.1. Цель работы .....	38
3.2. Теоретические сведения .....	38
3.3. Задание .....	39
3.4. Исходные данные .....	39
3.5. Ход работы.....	40
3.6. Выводы .....	49
3.7. Отчет о работе.....	49
Контрольные вопросы .....	49
Лабораторная работа №4. ....	50
Расчет сил и средств деблокирования пострадавших из под завалов .....	50
4.1.Цель работы .....	50
4.2. Теоретические сведения .....	50
4.3. Задание .....	52
4.4.Исходные данные .....	52
4.5. Ход выполнения работы.....	54
4.6. Выводы .....	60
4.7. Отчет о выполнении работы.....	60
Контрольные вопросы .....	60
Библиографический список .....	60
Лабораторная работа №5. ....	61
Первая медицинская помощь в чрезвычайных ситуациях .....	61
5.1.Цель работы .....	61
5.2. Оборудование и материалы.....	61
5.3. Теоретические сведения .....	61
5.4. Задание .....	67
5.5. Исходные данные .....	67
5.6. Ход работы.....	68
5.7. Выводы .....	76
5.8. Отчет о выполненной работе.....	77

<i>Контрольные вопросы</i> .....	
77	
<i>Библиографический список</i> .....	77
Заключение .....	
77	
Библиографический список .....	78
Приложение .....	
80	

## **Учебное издание**

**Николенко Сергей Дмитриевич, Михневич Игорь Викторович**

### **Организация и ведение аварийно-спасательных работ**

Лабораторный практикум  
для студентов обучающихся по направлению 20.03.01(280.700.62)  
«Техносферная безопасность» всех форм обучения

Подписано в печать 12.05. 2015. Формат 60x84 1/16. Уч.-изд. л. 5,5. Усл.-печ. л.  
5,6. Бумага писчая. Тираж 50 экз. Заказ № 190.

---

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства учебной литературы и  
учебно-методических пособий Воронежского ГАСУ

394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому  
комитету  
С.А. Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### СГЦ.01 ИСТОРИЯ РОССИИ

Специальность

**20.02.04 Пожарная безопасность**

Направленность

**Противопожарная профилактика**

программа подготовки специалистов среднего звена

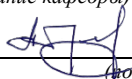
на базе основного общего образования

Одобрена на заседании кафедры

Управление персоналом

(название кафедры)

Зав.кафедрой

  
(подпись)

Абрамов С.М.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 01.09.2022

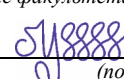
(Дата)

Рассмотрена методической  
комиссией

Горно-технологического факультета

(название факультета)

Председатель

  
(подпись)

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022

(Дата)

Екатеринбург



Автор: Железникова А.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	6
ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ.....	12
ПОДГОТОВКА К ДОКЛАДУ.....	16
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ.....	20
ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ.....	24
ПОДГОТОВКА ЭССЕ.....	25
ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ.....	28
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	30

## ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа – это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;
2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу, участию в дискуссиях, решению практико-ориентированных задач и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине *«История России»* обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольной работы* и к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и

навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «История России» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т. ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т. ч. подготовка доклада, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);
- подготовка к тестированию;
- подготовка эссе;
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

### **Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории**

1. История как наука. Сущность, формы, функции исторического знания.
2. Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника.
3. Концепции исторического процесса.
4. История России - неотъемлемая часть всемирной истории.
5. Историография отечественной истории.

### **Тема 2. Россия и мир в начале XX века.**

1. Каковы были причины, характер, движущие силы, основные этапы и итоги революции 1905-1907 гг.
2. В чем состояла необходимость проведения реформ в России?
3. Расскажите о Февральской буржуазно-демократической революции и Октябрьской революции.
4. Основные мероприятия советской власти.
5. Гражданская война: основные этапы, последствия. Причины побед большевиков.
6. Экономическая и социальная политика в Советской России

### **Тема 3. Советское государство и мир в 20-30 е годы**

1. Чем был вызван экономический и политический кризис в стране в конце 1920 г.
2. Что такое новая экономическая политика?
3. Формирование однопартийной системы и идеологического единообразия в стране.
4. Раскройте сущность индустриализации и коллективизации.
5. Каковы механизмы и роль культурной революции.
6. Формирование культа личности И.В. Сталина

### **Тема 4. СССР в годы Второй мировой войны**

1. В чем состояли причины Второй мировой войны? Великой Отечественной войны?
2. Дайте характеристику основным периодам войны.
3. Расскажите о жизни в тылу.
4. Какова роль партизанского движения и движения Сопротивления.
5. В чем состояли итоги и уроки войны.
6. Роль советского народа в разгроме фашизма.

### **Тема 6. Основные тенденции развития СССР и мира в 60-80 е годы.**

1. Чем характеризовалось политическое развитие страны в 1965-1984 гг.
2. Каковы его итоги?
3. В каком состоянии находилась советская экономика к середине 1960-х гг. В чем причины такого положения?
4. Каковы были основные направления предпринятого властью в 1965 году реформирование промышленности и сельского хозяйства.
5. Каковы результаты социально-экономического развития страны.
6. Расскажите о достижениях в культурной жизни этого периода.

**Тема 8. Россия и мир на рубеже веков. Современная Россия. Перспективы развития.**

1. Геополитические последствия распада СССР.
2. Как происходил процесс формирования суверенитета Российской Федерации.
3. Складывание новой государственности. Конституция 1993 г.
4. Социально-экономические преобразования. Рыночная модернизация страны.
5. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации.
6. Охарактеризуйте положение России на рубеже XX– XXI.

## ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Исторический факт  
Исторический источник  
Интерпретация  
Этнос  
Менталитет  
Государство  
Цивилизация  
Формация  
Классы  
Прогресс  
Регресс  
Общественно-экономическая формация  
Геополитика  
Монополия  
Промышленный подъем  
Депрессия  
Модернизация  
Революция  
Манифест  
Конституционная монархия  
Политическая партия  
Государственная Дума  
Прогрессивный блок  
Революционные партии  
Антанта  
Тройственный союз  
Аграрная реформа  
Отруб, хутор  
Советы  
Большевики, меньшевики  
Временное правительство  
Республика  
Двоевластие  
Учредительное собрание  
Первая Мировая война

Совет народных комиссаров  
Красная Армия  
Белое движение  
Гражданская война  
Сепаратный мирный договор  
Иностранная интервенция  
Мировая революция



Декреты  
Военный коммунизм  
Продразверстка  
Авторитаризм  
Тоталитаризм  
Коминтерн  
Новая экономическая политика  
Продналог  
Индустриализация  
Коллективизация  
Культурная революция  
«Мюнхенский сговор»  
Лига Наций  
Коллективная безопасность  
Вторая Мировая война  
Пакт о ненападении  
Государственный Комитет обороны, Ставка Верховного  
главнокомандования  
Эвакуация  
Антигитлеровская коалиция  
Второй фронт  
Коренной перелом  
Партизанское движение, подпольное движение  
Сопrotивление  
Фашизм, японский милитаризм  
Ленд-лиз  
Капитуляция  
ООН  
НАТО, ОВД  
Репрессии  
Либерализация политического режима  
Десталинизация  
Денежная реформа  
Мировая социалистическая система  
«Оттепель»  
ГУЛАГ  
Реабилитация  
«Холодная война»  
Совхоз  
Целина  
Мелиорация  
Спутник  
Освоение космоса  
Паритет  
Правозащитное движение

Диссиденты  
Развитой социализм  
Герантократия  
Разрядка  
«Теневая экономика»  
Концепция развитого социализма  
Разрядка международной напряженности  
Стабильность кадров  
Реформа хозяйственного механизма  
Экстенсивный путь развития  
Страны социалистической ориентации  
Перестройка  
Гласность  
«Новое политическое мышление»  
Плюрализм  
СНГ  
Приватизация  
Прибыль и рентабельность  
Госприемка  
«Шоковая терапия»  
Ваучер  
Распад СССР  
Многопартийность  
Возрождение парламентаризма  
Рыночная экономика  
Борьба с экстремизмом и терроризмом  
Дефолт  
Стабилизация  
Финансовый кризис  
Содружество Независимых государств  
Правовое государство  
Гражданское общество  
Рыночная экономика  
Дефолт  
Вертикаль власти  
Олигархи  
Глобализация  
Совет Федерации  
Государственная Дума  
Совет Европы  
ВТО

## САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

- составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;
- перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамки официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);
- определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;
- при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;
- все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);
- если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;
- следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьезный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный,

поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис -

это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

## ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА

Одной из форм текущего контроля является доклад, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада является обязательной для обучающихся, если доклад указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Обычно доклад сопровождается представлением презентации.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обуславливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.



В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

### *Выступление*

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

## *Презентация*

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

### *Требования к оформлению презентации*

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносятся опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

## ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными заданиями понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

Примером практико-ориентированного задания по дисциплине «История России» выступает **анализ исторического документа**.

Алгоритм анализа исторического документа:

1. Происхождение текста.

1.1. Кто написал этот текст?

1.2. Когда он был написан?

1.3. К какому виду источников он относится: письмо, дневник, официальный документ и т.п.?

2. Содержание текста.

Каково содержание текста? Сделайте обзор его структуры. Подчеркните наиболее важные слова, персоналии, события. Если вам не известны какие-то слова, поработайте со словарем.

3. Достоверна ли информация в тексте?
- 3.1. Свидетелем первой или второй очереди является автор текста? (Если автор присутствовал во время события, им описываемого, то он является первоочередным свидетелем).
- 3.2. Текст первичен или вторичен? (Первичный текст современен событию, вторичный текст берет информацию из различных первичных источников. Первичный текст может быть написан автором второй очереди, то есть созданным много позже самого события).
4. Раскройте значение источника и содержащейся в ней информации.
5. Дайте обобщающую оценку данному источнику.
- Когда, где и почему появился закон (сборник законов)?
  - Кто автор законов?
  - Чьи интересы защищает закон?
  - Охарактеризуйте основные положения закона (ссылки на текст, цитирование).
  - Сравните с предыдущими законами.
  - Что изменилось после введения закона?
  - Ваше отношение к этому законодательному акту (справедливость, необходимость и т.д.).

## ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

## ПОДГОТОВКА ЭССЕ

**Эссе** - прозаическое сочинение небольшого объема и свободной композиции на частную тему, трактуемую субъективно и обычно неполно. (Словарь Ожегова)

Жанр эссе предполагает свободу творчества: позволяет автору в свободной форме излагать мысли, выражать свою точку зрения, субъективно оценивать, оригинально освещать материал; это размышление по поводу когда-то нами услышанного, прочитанного или пережитого, часто это разговор вслух, выражение эмоций и образность.

Уникальность этого жанра в том, что оно может быть написано на любую тему и в любом стиле. На первом плане эссе – личность автора, его мысли, чувства, отношение к миру. Однако необходимо найти оригинальную идею (даже на традиционном материале), нестандартный взгляд на какую-либо проблему. Для грамотного, интересного эссе необходимо соблюдение некоторых правил и рекомендаций.

### **Особенности эссе:**

- - наличие конкретной темы или вопроса;
- - личностный характер восприятия проблемы и её осмысления;
- - небольшой объём;
- - свободная композиция;
- - непринуждённость повествования;
- - внутреннее смысловое единство;
- - афористичность, эмоциональность речи.

### **Эссе должно иметь следующую структуру:**

1. Вступление (введение) определяет тему эссе и содержит определения основных встречающихся понятий.

2. Содержание (основная часть) - аргументированное изложение основных тезисов. Основная часть строится на основе аналитической работы, в том числе - на основе анализа фактов. Наиболее важные обществоведческие понятия, входящие в эссе, систематизируются, иллюстрируются примерами. Суждения, приведенные в эссе, должны быть доказательны.

3. Заключение - это окончательные выводы по теме, то, к чему пришел автор в результате рассуждений. Заключение суммирует основные идеи. Заключение может быть представлено в виде суммы суждений, которые оставляют поле для дальнейшей дискуссии.

### **Требования, предъявляемые к эссе:**

1. Объем эссе не должен превышать 1–2 страниц.
2. Эссе должно восприниматься как единое целое, идея должна быть ясной и понятной.



3. Необходимо писать коротко и ясно. Эссе не должно содержать ничего лишнего, должно включать только ту информацию, которая необходима для раскрытия вашей позиции, идеи.

4. Эссе должно иметь грамотное композиционное построение, быть логичным, четким по структуре.

5. Эссе должно показывать, что его автор знает и осмысленно использует теоретические понятия, термины, обобщения, мировоззренческие идеи.

6. Эссе должно содержать убедительную аргументацию для доказательства заявленной по проблеме позиции. Структура любого доказательства включает по меньшей мере три составляющие: тезис, аргументы, вывод или оценочные суждения.

- Тезис — это сужение, которое надо доказать.
- Аргументы — это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса.
- Вывод — это мнение, основанное на анализе фактов.
- Оценочные суждения — это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах.

Приветствуется использование:

- Эпиграфа, который должен согласовываться с темой эссе (проблемой, заключенной в афоризме); дополнять, углублять лейтмотив (основную мысль), логику рассуждения вашего эссе. Пословиц, поговорок, афоризмов других авторов, также подкрепляющих вашу точку зрения, мнение, логику рассуждения.

- Мнений других мыслителей, ученых, общественных и политических деятелей.

- Риторические вопросы.

- Непринужденность изложения.

Подготовка и работа над написанием эссе:

- изучите теоретический материал;
- уясните особенности заявленной темы эссе;
- продумайте, в чем может заключаться актуальность заявленной темы;

- выделите ключевой тезис и определите свою позицию по отношению к нему;

- определите, какие теоретические понятия, научные теории, термины помогут вам раскрыть суть тезиса и собственной позиции;

- составьте тезисный план, сформулируйте возникшие у вас мысли и идеи;

- для каждого аргумента подберите примеры, факты, ситуации из жизни, личного опыта, литературных произведений;

- распределите подобранные аргументы в последовательности;

- придумайте вступление к рассуждению;

- изложите свою точку зрения в той последовательности, которую вы наметили.
- сформулируйте общий вывод работы.

При написании эссе:

- напишите эссе в черновом варианте, придерживаясь оптимальной структуры;
- проанализируйте содержание написанного;
- проверьте стиль и грамотность, композиционное построение эссе, логичность и последовательность изложенного;
- внесите необходимые изменения и напишите окончательный вариант.

#### **Требования к оформлению:**

- Титульный лист.
- Текст эссе.
- Формат листов-А4. Шрифт- Times New Roman, размер-14, расстояние между строк- интерлиньяж полуторный, абзацный отступ-1,25см., поля-30мм(слева), 20мм (снизу),20мм (сверху), 20мм (справа). Страницы нумеруются снизу по центру. Титульный лист считается, но не нумеруется.

#### **Критерии оценивания эссе:**

1. Самостоятельное проведение анализа проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария
2. Четкость и лаконичность изложения сути проблемы
3. Материал излагается логически последовательно
4. Аргументированность собственной позиции
5. Наличие выводов
6. Владение навыками письменной речи

## ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ

### • *Письменный опрос*

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе.

### • *Устный опрос*

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).

7. Использование дополнительного материала.

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу. Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы.

## ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к зачету по дисциплине «История России» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «История России».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на зачете особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на зачете (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к зачету на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-методическому  
комплексу

С.А.Упоров

**Методические указания для практических занятий  
по дисциплине СГЦ.02 Иностранный язык в профессиональной  
деятельности по специальности 20.02.04 Пожарная безопасность.**

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе основного общего образования

год набора: 2023

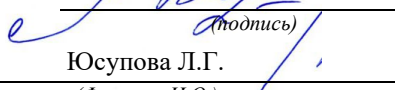
Автор: Радионова Т.Ю.

Одобрена на заседании кафедры

иностранных языков и деловой  
коммуникации (ИЯДК)

(название кафедры)

Зав.кафедрой

  
(подпись)

Юсупова Л.Г.

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 06.09.2022

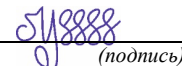
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета

(название факультета)

Председатель

  
(подпись)

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 12.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	3
Перечень тем практических занятий	4
Задания для практических занятий по каждой теме	5
Другая форма контроля	9
Зачет	9
Экзамен	9
Критерии оценивания	10
Список рекомендованной литературы	11

## **Пояснительная записка**

Методические указания для практических занятий разработаны на основании рабочей программы учебной дисциплины СГЦ.02 «Иностранный язык в профессиональной деятельности» по специальности 20.02.04 «Пожарная безопасность». Дисциплина «Иностранный язык в профессиональной деятельности» является дисциплиной общего гуманитарного и социально-экономического цикла. Методические указания по выполнению практических заданий предназначены для организации работы на практических занятиях по учебной дисциплине «Иностранный язык в профессиональной деятельности».



## Перечень тем практических занятий

№	<i>Тема, раздел</i>	Кол-во часов практич. занятий	<i>Наименование оценочного средства</i>
1.	<p><u>Часть А: Бытовая сфера общения:</u> Семья. Взаимоотношения в семье, семейные традиции. Жилищные условия. Устройство городской квартиры/загородного дома.).</p> <p><u>Часть Б: Грамматика:</u> Основные глаголы «быть», «иметь». Порядок слов в утвердительном, вопросительном, отрицательном предложении.</p>	6	опрос
2.	<p><u>Часть А: Социально-культурная сфера:</u> Мой факультет городского хозяйства, УГГУ (история, факультеты, здания, учебный год)</p> <p><u>Часть Б: Грамматика:</u> степени сравнения прилагательных и наречий.</p>	8	доклад
	Подготовка к другой форме контроля	2	Др. форма контроля
3.	<p><u>Часть А: Учебно-познавательная сфера:</u> Образование в России и в стране изучаемого языка</p> <p><u>Часть Б: Грамматика:</u> Времена в активном залоге Англ.яз.: Простые времена (Simple Tenses) Нем.яз.: Настоящее время (Präsens), простое прошедшее время (Präteritum), Фр.яз.: Настоящее время Présent de l'Indicatif, сложное прошедшее время (Passé composé)</p>	16	опрос
4.	<p><u>Часть А: Учебно-познавательная сфера:</u> Екатеринбург - столица Урала. Мой родной город.</p> <p><u>Часть Б: Грамматика:</u> Времена в активном залоге. Англ.яз.: Продолженные времена (Continuous Tenses). Нем.яз.: сложное прошедшее время (Perfekt, Plusquamperfekt) Фр.яз.: незаконченное прошедшее время: Imparfait. Простое прошедшее время (Passé simple).</p>	18	доклад
	Подготовка к зачету	2	зачет
5.	<p><u>Часть А: Учебно-познавательная сфера:</u> Страны изучаемого языка и их столицы</p> <p><u>Часть Б: Грамматика:</u> Времена в активном залоге. Англ.яз.: Завершенные времена (Perfect Tenses) Нем.яз.: Будущее время (Futurum I, II). Фр.яз.: простое будущее время (Futur simple), непосредственное будущее и прошлое время (Futur et Passé Immédiats)</p>	6	опрос
6.	<p><u>Часть А: Социально-культурная сфера:</u> Путешествие на поезде, самолете. Покупка ж/д и авиабилетов. Таможня.</p> <p><u>Часть Б: Грамматика:</u> Англ, нем, фр: повторение всех времен в активном залоге</p>	8	практико-ориентированное задание
	Подготовка к другой форме контроля	2	Др. форма контроля
7	<p><u>Часть А: Социально-культурная сфера:</u> Отель. Бронирование номера. Гостиничный сервис.</p> <p><u>Часть Б: Грамматика:</u> Англ, нем, фр: модальные глаголы</p>	16	практико-ориентированное задание
8	<p><u>Часть А: Социально-культурная сфера:</u> Покупки. Товары. Магазины</p> <p><u>Часть Б: Грамматика:</u> Англ, нем, фр: система времен в страдательном залоге</p>	18	практико-ориентированное задание
	Подготовка к зачету	2	зачет
9	<p><u>Часть А: Профессиональная сфера:</u> Избранное направление профессиональной деятельности.</p>	8	опрос

	<u>Часть Б: Грамматика:</u> Англ., нем., фр.яз. Согласование времен. Косвенная речь		
10	<u>Часть А: Профессиональная сфера.</u> Пожарная безопасность	22	практико-ориентированное задание
	Подготовка к экзамену	2	Экзамен
	<b>ИТОГО</b>	<b>136</b>	

### Задания для практических занятий по каждой теме

#### **Тема 1:**

##### Часть А: Бытовая сфера общения:

Семья. Взаимоотношения в семье, семейные традиции. Жилищные условия. Устройство городской квартиры/загородного дома.).

##### Часть Б: Грамматика: Основные глаголы «быть», «иметь».

Порядок слов в утвердительном, вопросительном, отрицательном предложении.

Форма проведения: опрос

Необходимо осветить следующие вопросы: количество человек в семье, их возраст, профессия, хобби, семейные традиции, уик-энды, какой вы видите вашу будущую семью, в какой квартире вы живете, какие современные удобства у вас есть в квартире, обстановка в квартире, квартира вашей мечты; спряжение глаголов «быть» и «иметь»; порядок слов в утвердительном, вопросительном, отрицательном предложении.

#### **Тема 2:**

##### Часть А: Социально-культурная сфера:

Мой факультет городского хозяйства, УГГУ (история, факультеты, здания, учебный год)

##### Часть Б: Грамматика: степени сравнения прилагательных и наречий.

Форма проведения: доклад (на иностранном языке).

Темы докладов:

1. История Уральского государственного горного университета.
2. Факультеты УГГУ.
3. Учебный год в УГГУ.
4. Факультет среднего профессионального образования.
5. Студенческая жизнь в УГГУ.
6. Известные выпускники УГГУ.
7. Интересные факты о УГГУ.
8. Уральский государственный горный университет: прошлое и будущее.

Порядок выполнения самостоятельной работы:

1. Выберите тему.
2. Осуществите поиск информации с использованием интернет-ресурсов, библиотечных ресурсов, краеведческих материалов, словарей.
3. Обработайте ее.
4. Воспроизведите на английском языке.
5. Подготовьте грамотный, логически законченный рассказ.
6. Подберите иллюстрационный материал к проектам. При подборе иллюстраций используйте метод виртуальной экскурсии.

## 7. Прорепетируйте свое выступление.

Структура доклада.

1. Вступление: должно содержать название, сообщение основной идеи, современную оценку предмета изложения, краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения, акцентирование внимания на важных моментах, оригинальность подхода.

2. Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами.

3. Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели.

### **Тема 3:**

Часть А: Учебно-познавательная сфера:

Образование в России и в стране изучаемого языка

Часть Б: Грамматика: Времена в активном залоге

Англ.яз.: Простые времена (Simple Tenses)

Нем.яз.: Настоящее время (Präsens), простое прошедшее время (Präteritum),

Фр.яз.: Настоящее время Présent de l'Indicatif, сложное прошедшее время (Passé composé)

Форма проведения: опрос

Необходимо осветить следующие вопросы: образование в России, известные вузы в России, что вы знаете о УГГУ, обязательные предметы в школах и в вузах, ступени образования в России, образование в стране изучаемого языка, лучшие вузы в стране изучаемого языка, ступени образования в стране изучаемого языка, с какого и до какого возраста образование обязательно и бесплатно в России и в стране изучаемого языка, правила поступления в вузы России и страны изучаемого языка, каких известных людей, вложивших большой вклад в образование вы знаете.

### **Тема 4:**

Часть А: Учебно-познавательная сфера:

Екатеринбург - столица Урала. Мой родной город.

Часть Б: Грамматика: Времена в активном залоге.

Англ.яз.: Продолженные времена (Continuous Tenses).

Нем.яз.: сложное прошедшее время (Perfekt, Plusquamperfekt)

Фр.яз.: незаконченное прошедшее время: Imparfait. Простое прошедшее время (Passé simple).

Форма проведения: доклад (на иностранном языке).

Темы докладов:

1. История Екатеринбурга
2. Мой родной город
3. Достопримечательности Екатеринбурга
4. Известные люди Екатеринбурга
5. Промышленный Екатеринбург
6. Музеи Екатеринбурга
7. Урал
8. Тайны Екатеринбурга

Порядок выполнения самостоятельной работы:

1. Выберите тему.
2. Осуществите поиск информации с использованием интернет-ресурсов, библиотечных ресурсов, краеведческих материалов, словарей.
3. Обработайте ее.
4. Воспроизведите на английском языке.
5. Подготовьте грамотный, логически законченный рассказ.
6. Подберите иллюстрационный материал к проектам. При подборе иллюстраций используйте метод виртуальной экскурсии.
7. Прорепетируйте свое выступление.

Структура доклада.

1. Вступление: должно содержать название, сообщение основной идеи, современную оценку предмета изложения, краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения, акцентирование внимания на важных моментах, оригинальность подхода.
2. Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами.
3. Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели.

### **Тема 5:**

Часть А: Учебно-познавательная сфера:

Страны изучаемого языка и их столицы

Часть Б: Грамматика: Времена в активном залоге.

Англ.яз.: Завершенные времена (Perfect Tenses)

Нем.яз.: Будущее время (Futurum I, II).

Фр.яз.: простое будущее время (Futur simple), непосредственное будущее и прошлое время (Futur et Passé Immédiats)

Форма проведения: опрос

Необходимо осветить следующие вопросы: географическое положение страны изучаемого языка, соседние страны, климат, политическая система, экономика, крупные города, столица и ее достопримечательности; завершенные времена (Perfect Tenses) в английском языке, будущее время (Futurum I, II) в немецком языке, простое будущее время (Futur simple), непосредственное будущее и прошлое время (Futur et Passé Immédiats) во французском языке.

### **Тема 6:**

Часть А: Социально-культурная сфера:

Путешествие на поезде, самолете. Покупка ж/д и авиабилетов. Таможня.

Часть Б: Грамматика:

Англ, нем, фр: повторение всех времен в активном залоге.

Форма проведения: практико-ориентированное задание

Знать лексику по теме «Путешествие. Таможня», времена в активном залоге и уметь употреблять их в речи.

Примерные задания по теме: восстановить логический порядок в лексическом упражнении, вставить в предложения пропущенные слова из списка, перевести предложения на иностранный язык, составить диалоги «Покупка ж/д, авиа билета», «Прохождение таможни», в грамматических упражнениях раскрыть скобки и поставить глагол в правильной временной форме.

### **Тема 7:**

Часть А: Социально-культурная сфера: Отель. Бронирование номера. Гостиничный сервис.

Часть Б: Грамматика:

Англ, нем, фр: модальные глаголы

Форма проведения: практико-ориентированное задание

Знать лексику по теме «Отель», модальные глаголы и уметь употреблять их в речи.

Примерные задания по теме: заполнить карточку гостя в отеле, восстановить логический порядок в диалоге, составить диалог «Заказ номера в отеле», перевести предложения, используя модальные глаголы.

### **Тема 8:**

Часть А: Социально-культурная сфера:

Покупки. Товары. Магазины

Часть Б: Грамматика:

Англ, нем, фр: система времен в страдательном залоге

Форма проведения: практико-ориентированное задание

Знать лексику по теме «Магазины», систему времен в страдательном залоге и уметь употреблять их в речи.

Примерные задания по теме: соотнести магазины с товарами, которые они продают, вставить в предложениях пропущенные слова из списка, составить диалог между продавцом и покупателем в магазине, переделать предложения из активного залога в пассивный.

### **Тема: 9**

Часть А: Профессиональная сфера:

Избранное направление профессиональной деятельности.

Форма проведения занятия – опрос.

Основные вопросы:

1. Избранное направление профессиональной деятельности.
2. Профессиональные качества, необходимые для успешного карьерного роста.
3. Основные виды деятельности.
4. Сферы будущей профессиональной деятельности
3. Согласование времен. Косвенная речь

### **Тема 10:**

Часть А: Профессиональная сфера:

Пожарная безопасность

Форма проведения занятия – практико-ориентированное задание.

Основные задания:

1. Перевести текст, составить глоссарий, тезисы к тексту, выразить мнение о прочитанном тексте.
2. Выполнить лексические упражнения.

### **Другая форма контроля**

Другая форма контроля включает в себя грамматический тест (количество заданий –20).

При выполнении предложенных тестовых заданий, следует внимательно прочитать каждый из поставленных вопросов и предлагаемые варианты ответа. В качестве ответа надлежит выбрать один индекс, соответствующий правильному ответу. Тестовые задания составлены таким образом, что в каждом из них правильным является лишь один из предложенных вариантов ответа. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 15 минут.

### **Зачет**

Зачет включает в себя:

1. Письменное выполнение заданий на точное понимание содержания прочитанного текста на иностранном языке, с использованием словаря (количество вопросов в работе – 2);
2. Лексико-грамматический тест (количество заданий –18).

Для выполнения письменных заданий, предложенных к текстам, студентам необходимо внимательно прочитать текст и понять его содержание, работая со словарем. Ответы на поставленные вопросы должны быть оформлены в письменном виде, должны быть точными, соответствовать содержанию прочитанного текста. Любые ошибки могут служить поводом для снижения оценки. Рекомендуемое время, отводимое для чтения текста и выполнения письменных заданий к нему – 60 минут.

При выполнении предложенных тестовых заданий, следует внимательно прочитать каждый из поставленных вопросов и предлагаемые варианты ответа. В качестве ответа надлежит выбрать один индекс, соответствующий правильному ответу. Тестовые задания составлены таким образом, что в каждом из них правильным является лишь один из предложенных вариантов ответа. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 15 минут.

### **Экзамен**

Дифференцированный зачет включает в себя:

- 1) письменное выполнение заданий на точное понимание содержания прочитанного текста на иностранном языке с использованием словаря (количество вопросов в работе – 2);
- 2) лексико-грамматический тест (количество заданий – 20)

При подготовке к экзамену следует повторить лексический и грамматический материал с 1 по 5 семестр. Ответы на письменные задания должны быть точными, соответствующими содержанию текста, грамматически, лексически и синтаксически правильно оформленными. Ответ, представляющий бессвязный набор слов рассматривается как неверный. Наличие в ответах любой грубой ошибки является основанием для снижения оценки. Оценка за письменный зачет может быть снижена за небрежное оформление работы (недопустимые сокращения, зачеркивания, неразборчивый

почерк). Рекомендуемое время, отводимое для чтения текста и выполнения письменных заданий к нему – 60 минут.

Прежде чем приступить к выполнению тестовых заданий обучающийся должен внимательно ознакомиться со всеми предложенными вопросами. Далее, в соответствии с инструкцией к тестовым заданиям, студент должен ответить на поставленные вопросы: выбрать один или несколько ответов из предложенного списка, установить соответствие элементов двух списков, расположить элементы списка в определенной последовательности, самостоятельно сформулировать ответ и т.д. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 30 минут.

### **Критерии оценивания**

#### **Опрос**

*Критерии оценивания по темам № 1, 3, 5:*

правильность ответа на вопросы - 2 балла

всесторонность и глубина ответа (полнота) - 2 балла

лексически верное оформление ответа - 2 балла

грамматически верное оформление ответа - 2 балла

логически верное оформление ответа - 2 балла

*Максимальное количество - 10 баллов*

*Критерии оценивания по теме № 10:*

правильность ответа на вопросы - 5 баллов

всесторонность и глубина ответа (полнота) - 5 баллов

лексически верное оформление ответа - 5 баллов

грамматически верное оформление ответа - 5 баллов

логически верное оформление ответа - 5 баллов

*Максимальное количество - 25 баллов*

### **Практико-ориентированные задания**

*Критерии оценивания:*

логичность изложения материала - 3 балла

решение коммуникативной задачи - 2 балла

соответствие словарного запаса поставленной коммуникативной задаче - 3 балла

использование разнообразных грамматических конструкций в соответствии с поставленной задачей - 2 балла

*Максимальное количество - 10 баллов*

#### **Доклад**

*Критерии оценивания доклада:*

Содержание и соответствие теме, структура работы, лексико-грамматическое оформление, орфография и пунктуация, выступление, представление работы, лексико-грамматическое оформление речи, фонетическое оформление речи, ответы на вопросы.

Доклад полностью соответствует предъявляемым требованиям – 9-10 баллов.

Доклад в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 7-8 баллов.

Доклад частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 4-6 баллов.

Доклад не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 0-3 балла.

*Максимальное количество - 10 баллов*

### Другая форма контроля

Другая форма контроля включает в себя грамматический тест (количество заданий – 20).

При выполнении предложенных тестовых заданий, следует внимательно прочитать каждый из поставленных вопросов и предлагаемые варианты ответа. В качестве ответа надлежит выбрать один индекс, соответствующий правильному ответу. Тестовые задания составлены таким образом, что в каждом из них правильным является лишь один из предложенных вариантов ответа. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 15 минут.

### Зачет

Критерии оценивания: правильность ответа - 2 балла.  
Максимальное количество баллов - 40

### Экзамен

*Критерии оценивания:*

5 баллов за каждый верный ответ на вопрос к тексту

1,5 балла за каждое верно выполненное тестовое задание.

*Максимальное количество баллов - 40*

При реализации дисциплины «Иностранный язык» используется балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки учебной деятельности (учебном рейтинге) обучающихся в ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» (СМК ОД.Пл.04-06.222-2021).

Распределение баллов в рамках текущего рейтинга и рейтинга промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Иностранный язык» представлены в комплекте оценочных средств.

Полученные значения учебного рейтинга обучающихся в баллах переводятся в оценки, выставляемые по следующей шкале:

Количество баллов	Отметка за зачет с оценкой	Отметка о зачете
80-100	Отлично	Зачтено
65-79	Хорошо	
50-64	Удовлетворительно	
0-49	Неудовлетворительно	Не зачтено

### Список литературы

#### Основная литература

##### Английский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Агабекян, И. П. Английский язык для ссузов: учебное пособие / И. П. Агабекян. - Москва : Проспект, 2019. - 280 с. .	5
2	Голицынский Ю.Б. Грамматика: сборник упражнений / Ю. Б. Голицынский. - Изд. 8-е, испр. - Санкт-Петербург : КАРО, 2017. - 576 с.	5

##### Немецкий язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Миляева Н. Н. Немецкий язык : учебник и практикум для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / Н. Н. Миляева, Н. В. Кукина. - Москва : Юрайт, 2019. - 353 с.	13



2	Листвин Д. А. Вся грамматика немецкого языка для школы в упражнениях и правилах. Грамматика немецкого языка в упражнениях с правилами: сборник упражнений / Д. А. Листвин. - Москва : АСТ : Lingua, 2019.	13
---	---	----

### Французский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Бартенева И. Ю. Французский язык: учебное пособие для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / И. Ю. Бартенева, О. В. Желткова, М. С. Левина. - Москва: Юрайт, 2019. - 332 с.	13
2	Попова И.Н. Французский язык/ Manuel de francais : учебник для 1 курса ВУЗов и факультетов иностранных языков / И. Н. Попова, Ж. А. Казакова, Г. М. Ковальчук. - Изд. 21-е, испр. - Москва : Нестор Академик, 2018. - 576 с.	13

### Дополнительная литература

#### Английский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Мясникова, Ю.М. Britain and the british : учебное пособие по английскому языку для студентов I и II курсов всех направлений и специальностей / Ю. М. Мясникова ; Уральский государственный горный университет. - 3-е изд., стер. - Екатеринбург : УГГУ. Часть 1. - 2019. - 52 с.	56
2	Мясникова, Ю.М. BRITAIN AND THE BRITISH: учебное пособие по английскому языку для студентов 1 и 2 курсов всех направлений и специальностей / Ю. М. Мясникова ; Министерство образования и науки РФ, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ. Часть 2. - 2-е изд., стер. - 2017. - 48 с.	20
3	Афанасенко, Е.П. Пожарная безопасность: учебное пособие по английскому языку : для студентов II курса : 280700 / Е. П. Афанасенко, И. В. Федякова ; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ, 2013. - 63 с.	30

#### Немецкий язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Примак, С. С. Научно-техническая информация и перевод (немецкий язык) : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Примак С. С. - Барнаул : Алтайский государственный педагогический университет, 2021. - 120 с. - URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/108872.html">https://www.iprbookshop.ru/108872.html</a> . - ISBN 978-5-88210-985-0	Эл. ресурс
2	Немецкий язык для технических вузов = Deutsch für technische Hochschulen : учебник для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям подготовки (квалификация (степень) "бакалавр"), дисциплине "Немецкий язык" / Н. В. Басова [и др.] ; под ред. Т. Ф. Гайвоненко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральный институт развития образования. - 13-е изд., перераб. и доп. - Москва : Кнорус, 2017. - 510 с.	39

#### Французский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Фёдорова, Т. А. Французский язык для технических специальностей : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Фёдорова Т. А. - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 68 с. - URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/111783.html">https://www.iprbookshop.ru/111783.html</a>	Эл. ресурс
2	Бородулина, Н. Ю. Французский язык для технических специальностей : [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / Бородулина Н. Ю. - Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 79 с. - URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/110570.html">https://www.iprbookshop.ru/110570.html</a> . - ISBN 978-5-4488-1319-1, 978-5-4497-1337-7	Эл. ресурс
3	Коржавин, А.В. Практический курс французского языка (для технических вузов) : учебник / Аркадий Васильевич Коржавин А. В. - Москва : Высшая школа, 2000. - 247 с.	10

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

по дисциплине

### БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность

**20.02.04 «Пожарная безопасность»**

программа подготовки специалистов среднего звена

базовая подготовка

Авторы: Тетерев Н.А., Гребенкин С.М., Кузнецов А.М.

Одобрена на заседании кафедры

Безопасности горного производства

(название кафедры)

Зав.кафедрой

(подпись)

Елохин В.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 07.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>ЗНАЧЕНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ И ЗАКАЛИВАНИЯ ОРГАНИЗМА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА</b> .....	4
<b>КОМФОРТНЫЕ УСЛОВИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	4
<b>ОСНОВЫ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ</b> .....	4
<b>ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ РАНЕНИЯХ</b> .....	4
<b>ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ КРОВОТЕЧЕНИЯХ</b> .....	5
<b>ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ, ВЫВИХАХ, УШИБАХ, РАСТЯЖЕНИЯХ</b> .....	5
<b>ОПОВЕЩЕНИЕ И ИНФОРМИРОВАНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧС</b> .....	5
<b>ИНЖЕНЕРНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА. ВИДЫ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ В НИХ</b> .....	5
<b>ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ</b> .....	6
<b>ОСНОВЫ ВОЕННОЙ СЛУЖБЫ</b> .....	6
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ</b> .....	7
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	8
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	8

## ВВЕДЕНИЕ

Современный человек живет в мире различного рода опасностей, т. е. явлений, процессов, объектов, постоянно угрожающих его здоровью и самой жизни. Не проходит и дня, чтобы газеты, радио и телевидение не принесли тревожные сообщения об очередной аварии, катастрофе, стихийном бедствии, социальном конфликте или криминальном происшествии, повлекших за собой гибель людей и громадный материальный ущерб.

По мнению специалистов, одной из причин создавшейся ситуации является недостаточный уровень образования – обучения и воспитания – человека в области обеспечения безопасной деятельности. Только постоянное формирование в людях разумного отношения к опасностям, пропаганда обязательности выполнения требований безопасности может гарантировать им нормальные условия жизни и деятельности.

В курсе БЖД излагаются теория и практика защиты человека от опасных и вредных факторов природного и антропогенного происхождения в сфере деятельности.

Данный курс предназначен для формирования у будущих специалистов сознательного и ответственного отношения к вопросам безопасности, для привития им теоретических знаний и практических навыков, необходимых для создания безопасных и безвредных условий деятельности в системе «человек – среда», проектирования новой безопасной техники и безопасных технологий, прогнозирования и принятия грамотных решений в условиях нормальных и чрезвычайных ситуаций.

В процессе изучения курса БЖД студенту предстоит решить следующие задачи: усвоить теоретические основы БЖД; ознакомиться с естественной системой защиты человека от опасностей; изучить систему искусственной защиты в условиях нормальных (штатных) и чрезвычайных (экстремальных) ситуаций; ознакомиться с проблемами заболеваемости и травматизма на производстве; изучить вопросы управления безопасностью деятельности.

Успешное изучение курса студентами возможно при наличии соответствующей учебной литературы. Предлагаемое вниманию студентов и преподавателей учебное пособие подготовлено в соответствии с учебной программой курса БЖД для студентов всех направлений и специальностей.

## **ЗНАЧЕНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ И ЗАКАЛИВАНИЯ ОРГАНИЗМА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА**

Основные физические качества: быстрота, сила, выносливость, гибкость.

Закаливание: методы закаливания, основные принципы закаливания, водные процедуры, процедура обтирания, солнечные ванны, хождение босиком (босохождение).

### **КОМФОРТНЫЕ УСЛОВИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Неблагоприятные условия труда: ущерб здоровью, сокращение продолжительности жизни (СПЖ), риск. Оптимальные условия труда. Допустимые условия труда. Вредные условия труда подразделяются на 4 степени вредности. Опасные (экстремальные) условия труда.

Оценка влияния вредных факторов на здоровье человека. Скрытый ущерб здоровью на основании общей оценки класса условий труда. Скрытый ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса. Скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской ( $K_{Г}$ ) и бытовой ( $K_{Б}$ ) среды, сутки/год. Показатели  $K_{ч}$  и  $K_{си}$  в различных отраслях экономики и по отдельным профессиям. Риск принудительной гибели людей в непроизводственных условиях. Классы условий труда в зависимости от условий труда (температура, пыль, шум, вибрации, тепловое излучение и освещение РМ). Классы условий труда по показателям тяжести трудового процесса. Классы условий труда по показателям напряженности трудового процесса.

### **ОСНОВЫ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ**

Медицинская помощь: первая помощь, скорая медицинская помощь, первичная медико-санитарная помощь специализированная медицинская помощь. Принципы оказания первой помощи: срочность и очередность, последовательность, все приёмы ПП должны быть щадящими. При оказании ПП необходимо помнить, что она должна быть правильной и целесообразной, быстрой и обдуманной, решительной, но спокойной.

Признаки жизни. Признаки смерти. Признаки клинической смерти (сомнительные). Признаки биологической смерти (явные).

### **ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ РАНЕНИЯХ**

Рана. Классификация ран: слепыми, сквозными, ранения мягких тканей, повреждением костей, проникающие, непроникающие, резаная рана, рубленая рана, рваная рана, колотая рана, скальпированная рана, ушибленная рана, укушенная рана, огнестрельная рана.

Первая помощь при ранениях. Раневая инфекция: нагноение, сепсис, рожистое воспаление, газовой инфекции (гангрена), столбняк, бешенство.

## **ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ КРОВОТЕЧЕНИЯХ**

Капиллярные кровотечения. Венозные кровотечения: Симптомы венозных кровотечений. Артериальные кровотечения. Признаки артериального кровотечения. Внутренние кровотечения. Симптомы внутреннего кровотечения. Желудочно-кишечные кровотечения. Признаками желудочно-кишечного кровотечения.

Приемы остановки кровотечений: наложение давящей повязки, пальцевое прижатие артерии выше раны, точки прижатия артерий, наложение кровоостанавливающего жгута.

Ошибки и осложнения при наложении жгута. Фиксирование конечности в положении максимального сгибания.

## **ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ, ВЫВИХАХ, УШИБАХ, РАСТЯЖЕНИЯХ**

Иммобилизация. Перелом. Симптомы переломов: абсолютные симптомы перелома, относительные симптомы перелома, помощь при закрытом переломе, помощь при открытом переломе. Первая помощь при переломах. Особенности перелома костей у детей. Правила наложения шин. Виды шин. Транспортная иммобилизация. Травматический шок. Фазы травматического шока. Фаза возбуждения (эректильная). Фаза торможения (торпидная). Степени шока: легкая, средней тяжести, тяжелая, предагональная. Основные меры профилактики травматического шока. Травма. Травматизм. Виды травм: изолированная травма, множественная травма, сочетанная травма, комбинированная травма. Основные мероприятия по профилактике травматизма. Борьба с последствиями травматизма. Закрытые травмы. Ушибы. Признаки ушибов. Первая помощь при ушибах. Сотрясение головного мозга. Первая помощь при сотрясении головного мозга. Растяжение связок. Симптомами растяжения связок являются первой помощи при растяжении связок. Вывихи. Симптомы вывиха. Первая помощь при вывихе. Разрыв связок. Симптомы разрыва связок. Первая помощь при разрыве связок. Разрывы мышц. Симптомы разрыва мышц. Первая помощь при разрыве мышц. Разрыв сухожилия. Симптомы разрыва сухожилия. Первая помощь при разрыве сухожилия.

## **ОПОВЕЩЕНИЕ И ИНФОРМИРОВАНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧС**

Эвакуация. План эвакуации. Эвакуационный выход. Аварийные выход. Путь эвакуации. Тупик.

Порядок действий, при следовании на сборный пункт после получения извещения об эвакуации. Порядок действий по прибытии в пункт эвакуации.

## **ИНЖЕНЕРНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА. ВИДЫ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ В НИХ**

Ядерное оружие. Порядок надевания противогаза. Порядок снятие противогаза. Подбор размера противогаза.

Респиратор. Ватно-марлевая повязка. Средства индивидуальной защиты глаз (СИЗГ). Средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК). Общевойсковой комплексный защитный костюм (ОЗК). Противопыльные тканевые маски.

Очаг биологического поражения. Причина заражения. Основные формы борьбы с эпидемиями. Дезинсекция и дератизация.

## **ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Общие понятия об устойчивости работы объектов экономики и жизнеобеспечения населения. Повышением устойчивости функционирования организации в ЧС (ПУФ в ЧС). Основные факторы, влияющие на устойчивость работы объектов экономики. Прогнозирование и оценка устойчивости функционирования объектов экономики и жизнеобеспечения населения. Оценка устойчивости функционирования объекта экономики в условиях чрезвычайных ситуаций. Мероприятия и способы повышения устойчивости работы объектов экономики и жизнеобеспечения населения. Организационные мероприятия. Инженерно-технические мероприятия. Специальные мероприятия. План-график наращивания мероприятий по повышению устойчивости функционирования при угрозе возникновения ЧС. Оценка устойчивости объекта экономики к воздействию механических поражающих факторов (воздушной ударной волны).

## **ОСНОВЫ ВОЕННОЙ СЛУЖБЫ**

Родина и ее национальная безопасность. История создания и развития Вооруженных сил России. Состав Вооруженных сил Российской Федерации. Патриотизм, верность воинскому долгу — неотъемлемые качества русского воина, основа героизма. Память поколений — дни воинской славы России. Дружба и войсковое товарищество — основа боевой готовности войск. Боевое знамя воинской части — символ воинской чести, доблести и славы. Ордена — почетные награды за воинские отличия и заслуги в бою и военной службе. Ритуалы Вооруженных сил Российской Федерации. Организация занятий и меры безопасности при проведении учебных сборов. Размещение и быт военнослужащих. Суточный наряд. Обязанности лиц суточного наряда. Организация караульной службы. Обязанности часового. Строевая подготовка. Огневая подготовка. Автомат Калашникова. Тактическая подготовка.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Первая помощь и её значение.
2. В чём заключается сущность ПП.
3. Перечислите принципы оказания первой помощи.
4. Назовите признаки (симптомы) ран.
5. По каким признакам классифицируются раны.
6. ПП при ранениях.
7. Что такое раневая инфекция? Симптомы наиболее опасных раневых инфекций.
8. Назовите основные виды кровотечений.
9. Как можно остановить капиллярное кровотечение?
10. Каковы признаки артериального кровотечения и чем оно опасно для пострадавшего?
11. В каких случаях накладывают жгут?
12. Каковы основные правила наложения жгута?
13. Какие существуют травмы?
14. Назовите признаки ушиба, вывиха, растяжения связок. Последовательность и правила оказания первой помощи.
15. Назовите признаки перелома костей конечностей. Последовательность и правила оказания первой помощи при переломах.
16. Охарактеризуйте механизмы развития стадий травматического шока. Меры профилактики шокового состояния.
17. Назовите симптомы сотрясения головного мозга. В чём опасность плохо пролеченных легких сотрясений головного мозга?
18. Что означает термин «эвакуация населения»?
19. В каких случаях осуществляется эвакуация населения?
20. Каков порядок эвакуации населения?
21. Что необходимо брать с собой во время эвакуации?
22. На какой срок рассчитывается запас продуктов и питья?
23. Перечислите СИЗОД.
24. Перечислите СИЗ кожи.
25. Назовите порядок изготовления ВМП.
26. При каких опасностях используются индивидуальные средства защиты?
27. Что является основным средством защиты при угрозе применения ядерного оружия?
28. Что относится к основным средствам защиты населения от биологического оружия?
29. Какие индивидуальные средства защиты применяются при химической угрозе?
30. Какие действия предполагает санитарная обработка?
31. В чем отличие дезинфекции от дезинсекции?



32. Вооруженные силы РФ - основа обороны государства.
33. Военная обязанность и ее составляющие.
34. Военнослужащий - защитник своего Отечества.
35. Требования воинской деятельности к военнослужащим.
36. Военнослужащий - подчиненный, строго соблюдающий законы и воинские уставы.
37. Как стать офицером Российской армии.
38. Боевые традиции ВС РФ.
39. Символы воинской чести.
40. Ритуалы Вооруженных сил РФ.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В среде обитания человека постоянно присутствуют естественные, техногенные и антропогенные опасности.

Полностью устранить негативное влияние естественных опасностей человечеству до настоящего времени не удастся. Реальные успехи в защите человека от стихийных явлений сводятся к определению наиболее вероятных зон их действия и ликвидации возникающих последствий.

Мир техногенных опасностей вполне познаваем, и у человека есть достаточно способов и средств для защиты.

Антропогенные опасности во многом обусловлены недостаточным вниманием человека к проблеме безопасности, склонностью к риску и пренебрежению опасностью. Часто это связано с ограниченными знаниями человека о мире опасностей и негативных последствиях их проявления. Воздействие антропогенных опасностей может быть сведено к минимуму за счет обучения населения и работающих основам безопасности жизнедеятельности.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Г.Н. Кирилов. Организация и ведение гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.: Учебное пособие для преподавателей и слушателей. /УМЦ, Курсов ГО и работников ГО ЧС предприятий, организаций и учреждений – М: 2002., С.352-386. (Институт риска и безопасности)
2. Г.П. Демиденко. Повышение устойчивости работы объектов народного хозяйства в военное время. Киев, 1984.С.6-226.
3. О. Русак, К. Малаян, Н. Занько. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. Спб.:, 2000.,С.414-424.
4. В.А. Владимиров, Г.М. Сергеев, С.А. Михайлов, В.Н. Белобородов, А.Б. Аванян. Предупреждение чрезвычайных ситуаций и повышение устойчивости функционирования организаций.: Сборник методических материалов по тематике ГО и ЧС. М: Редакция журнала «Военные знания», 2000.,С.18-30.

5. В.Г. Атаманюк, Л.Г. Ширшев, Н.И. Акимов. Гражданская оборона.: Учебник для вузов – М: «Высшая школа», 1986.,С.106-133.
6. Атлас география России, население и хозяйство. М: Издательство «Д и К», 1997., С. 11,34.
7. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др. / Под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 2001. – 485с.
8. Косолапова Н.В. Основы безопасности жизнедеятельности: учебник / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко. - 3-е изд., стереотипн. - М.: Академия, 2011. - С.229-240.
9. Смирнов А.Т., Васнев В.А. «Основы военной службы», ООО «Дрофа», 2006



Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный  
университет»

**Д. В. Исламгалиев, В. Б. Пяткова**

# **ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА**

## **Часть 1**

***Учебно-методическое пособие  
по разделу дисциплины «Математика»  
для студентов очного обучения  
среднего профессионального образования  
специальности  
20.02.04 — «Пожарная безопасность»***

Екатеринбург  
2022

Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»

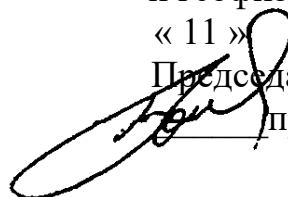
**ОДОБРЕНО**

методической комиссией  
Факультета геологии  
и геофизики УГГУ

« 11 » марта 2022 г.

Председатель комиссии

проф. В. И. Бондарев



Д. В. Исламгалиев, В. Б. Пяткова

## ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

### Часть 1

*Учебно-методическое пособие*  
по разделу дисциплины «Математика»  
для студентов очного обучения  
*среднего профессионального образования*  
специальности  
20.02.04 — «Пожарная безопасность»

И87

*Рецензент: Л. А. Стороженко, доцент, канд. г.-м. наук, зав. кафедрой геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях УГГУ*

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании  
кафедры математики 15.02.2022 г. (протокол № 6)  
и рекомендовано для издания в УГГУ

**Исламгалиев Д. В., Пяткова В. Б.**

И87 ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА. Часть 1: учебно-методическое пособие по разделу дисциплины «Математика» для студентов очного обучения СПО специальности 20.02.04 – «Пожарная безопасность» / Д. В. Исламгалиев, В. Б. Пяткова; Уральский гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2022. – 46 с.

Учебно-методическое пособие предназначено студентам очного обучения среднего профессионального образования специальности 20.02.04 – «Пожарная безопасность» для изучения темы «Линейная алгебра».

© Исламгалиев Д. В., Пяткова В. Б., 2022  
© Уральский государственный  
горный университет, 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ГЛАВА 1. Комплексные числа</b> .....	5
1.1. Комплексные числа и их интерпретация.....	5
1.2. Действия над комплексными числами, заданными в алгебраической форме.....	7
1.3. Действия над комплексными числами, заданными в тригонометрической форме.....	8
1.4. Формула Эйлера. Действия над комплексными числами, заданными в показательной форме.....	11
<b>ГЛАВА 2. Матрицы</b> .....	13
2.1. Действия над матрицами.....	14
2.2. Определители.....	16
2.3. Обратная матрица.....	19
<b>ГЛАВА 3. Системы линейных алгебраических уравнений</b> .....	21
3.1. Общий вид систем линейных алгебраических уравнений.....	21
3.2. Методы решений неопределенных СЛАУ.....	22
<b>ГЛАВА 4. Векторная алгебра</b> .....	30
4.1. Основные понятия.....	30
4.2. Скалярное произведение.....	33
4.3. Векторное произведение.....	34
4.4. Смешанное произведение.....	38
<b>Задания для самостоятельного решения по линейной алгебре</b> .....	40
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	45
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ. Значения косинуса и синуса на окружности</b> .....	46

## **ВВЕДЕНИЕ**

В учебно-методическом пособии представлены основные теоретические сведения, разобраны примеры решения задач по дисциплине «Математика» для студентов СПО специальности 20.02.04 – «Пожарная безопасность» очного обучения.

В учебном пособии содержатся примеры для самостоятельного решения, необходимые для подготовки к экзамену.

# ГЛАВА 1

## КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА

### 1.1. Комплексные числа и их интерпретация

Комплексными числами называются числа вида  $z = a + bi$ , где  $a$  и  $b$  – действительные числа,  $i$  – мнимая единица, определяемая равенством  $i = \sqrt{-1}$  или  $i^2 = -1$ .

Запись комплексного числа в виде  $z = a + bi$  называется алгебраической формой записи комплексного числа. Действительное число  $a$  называется действительной частью комплексного числа  $z = a + bi$ , а действительное число  $b$  – мнимой частью. При  $a = 0$  комплексное число  $a + bi$  обращается в чисто мнимое число  $bi$ .

Комплексные числа  $z = a + bi$  и  $\bar{z} = a - bi$  называются *сопряженными числами*. Комплексные числа вида  $z_1 = a + bi$  и  $z_2 = -a - bi$  являются *противоположными*.

Модуль комплексного числа  $z = a + bi$  определяется по формуле

$$|z| = \sqrt{a^2 + b^2} . \quad (1.1)$$

Модуль комплексного числа всегда есть действительное неотрицательное число:  $|z| > 0$ , причем  $|z| = 0$  тогда и только тогда, когда  $z = 0$ .

Комплексное число  $z = a + bi$  можно изобразить точкой плоскости с координатами  $(a; b)$  (рис. 1). При этом действительные числа изображаются точками оси абсцисс, которую называют действительной осью, а чисто мнимые числа – точками оси ординат, которую называют мнимой осью.

Каждой точке плоскости с координатами  $(a; b)$  соответствует один и только один вектор с началом в точке  $O(0; 0)$  и концом в точке  $M(a; b)$ . Поэтому комплексное число  $a + bi$  можно изобразить в виде вектора  $\overline{OM} = z$  с началом в точке  $z = 0$  и концом в точке  $z = a + bi$ .

Из геометрической интерпретации комплексного числа вытекают следующие свойства:



- 1) длина вектора комплексного числа  $z$  равна  $|z|$ ;
- 2) точки комплексных чисел  $z = a + bi$  и  $\bar{z} = a - bi$  симметричны относительно действительной оси;
- 3) точки комплексных чисел  $z$  и  $-z$  симметричны относительно точки  $z = 0$ ;
- 4) число  $z_1 + z_2$  геометрически изображается как вектор, построенный по правилу сложения векторов, соответствующих точкам  $z_1$  и  $z_2$ .
- 5) расстояние между точками  $z_1 = a_1 + b_1i$  и  $z_2 = a_2 + b_2i$  равно

$$|z_1 - z_2| = \sqrt{(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}.$$

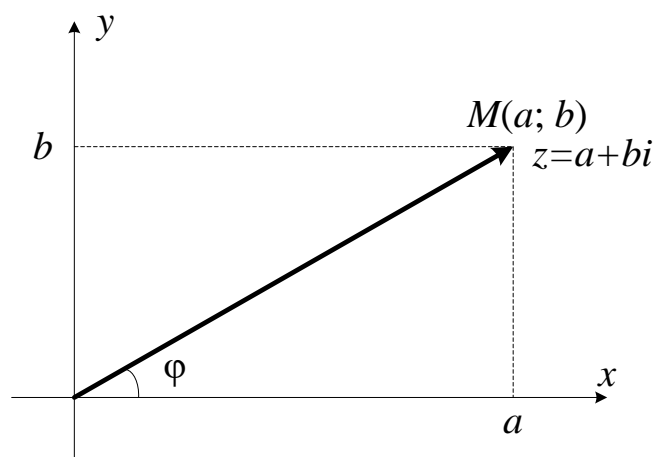


Рис. 1.1. Представление комплексного числа

Для числа  $i$  удобно использовать следующее свойство:

$$\frac{1}{i} = \frac{1}{i} \cdot \frac{i}{i} = \frac{i}{i^2} = \frac{i}{-1} = -i.$$

Угол  $\varphi$  между положительным направлением действительной оси  $Ox$  и вектором  $\overrightarrow{OM}$ , называется аргументом комплексного числа  $z$  (см. рис. 1.1). Если отсчет ведется против движения часовой стрелки, то величина угла считается положительной, а если по движению часовой стрелки, – отрицательной.

Аргумент  $\varphi$  комплексного числа  $z = a + bi$  записывается так:

$$\varphi = \arg z = \arg(a + bi). \quad (1.2)$$

Для числа  $z = 0$  аргумент не определен. Аргумент комплексного числа определяется неоднозначно; любое комплексное число  $z \neq 0$  имеет бесконечное множество аргументов, отличающихся друг от друга на число, кратное  $2\pi$ . Наименьшее по абсолютной величине значение аргумента из промежутка  $\varphi \in [-\pi; \pi]$  называется *главным значением аргумента*.

Из определения тригонометрических функций следует, что если  $\varphi = \arg(a + bi)$ , то имеют место равенства

$$\cos \varphi = \frac{a}{|z|}, \quad \sin \varphi = \frac{b}{|z|}. \quad (1.3)$$

Справедливо и обратное утверждение, т. е. если выполняются оба равенства (1.3), то  $\varphi = \arg(a + bi)$ . Таким образом, все значения аргумента  $\varphi$  можно находить, решая совместно уравнения (1.3).

## 1.2. Действия над комплексными числами, заданными в алгебраической форме

Над комплексными числами производятся такие же действия, как и над действительными числами.

1) Суммой двух комплексных чисел  $z_1 = a_1 + b_1i$  и  $z_2 = a_2 + b_2i$  называется комплексное число

$$z_1 + z_2 = (a_1 + a_2) + (b_1 + b_2)i. \quad (1.4)$$

2) Разностью двух комплексных чисел  $z_1 = a_1 + b_1i$  и  $z_2 = a_2 + b_2i$  называется комплексное число  $z_1 - z_2 = (a_1 - a_2) + (b_1 - b_2)i$ .

3) Произведением двух комплексных чисел  $z_1 = a_1 + b_1i$  и  $z_2 = a_2 + b_2i$  называется комплексное число

$$\begin{aligned} z_1 \cdot z_2 &= (a_1 + b_1i)(a_2 + b_2i) = a_1a_2 + a_1b_2i + a_2b_1i + b_1b_2i^2 = \\ &= (a_1a_2 - b_1b_2) + (a_1b_2 + a_2b_1)i. \end{aligned} \quad (1.5)$$

4) Частным двух комплексных чисел  $z_1 = a_1 + b_1i$  и  $z_2 = a_2 + b_2i$  называется комплексное число, получаемое с помощью умножения на сопряженное комплексное число к знаменателю:

$$\begin{aligned} \frac{z_1}{z_2} &= \frac{a_1 + b_1 i}{a_2 + b_2 i} = \frac{(a_1 + b_1 i) \cdot (a_2 - b_2 i)}{(a_2 + b_2 i) \cdot (a_2 - b_2 i)} = \frac{a_1 a_2 - a_1 b_2 i + b_1 a_2 i - b_1 b_2 i^2}{a_2^2 - (b_2 i)^2} = \\ &= \frac{(a_1 a_2 + b_1 b_2) + (-a_1 b_2 + b_1 a_2) i}{a_2^2 + b_2^2} = \frac{a_1 a_2 + b_1 b_2}{a_2^2 + b_2^2} + \frac{b_1 a_2 - a_1 b_2}{a_2^2 + b_2^2} i, \end{aligned} \quad (1.6)$$

где в дальнейшем раскрываем скобки и число представляем в алгебраической форме.

*Пример 1.1.* Найти сумму, разность, произведение и частное комплексных чисел  $z_1 = 2 + 4i$  и  $z_2 = 3 - 2i$ .

*Решение*

$$z_1 + z_2 = 2 + 4i + 3 - 2i = (2 + 3) + (4 + (-2))i = 5 + 2i;$$

$$z_1 - z_2 = 2 + 4i - (3 - 2i) = (2 - 3) + (4 - (-2))i = -1 + 6i;$$

$$z_1 \cdot z_2 = (2 + 4i)(3 - 2i) = 6 - 4i + 12i - 8i^2 = 6 - 4i + 12i + 8 = 14 + 8i;$$

$$\begin{aligned} \frac{z_1}{z_2} &= \frac{(2 + 4i)}{(3 - 2i)} = \frac{(2 + 4i) \cdot (3 + 2i)}{(3 - 2i) \cdot (3 + 2i)} = \frac{6 + 4i + 12i + 8i^2}{9 - (2i)^2} = \\ &= \frac{6 + 4i + 12i - 8}{9 + 4} = \frac{-2 + 16i}{13} = -\frac{2}{13} + \frac{16}{13}i. \end{aligned}$$

### 1.3. Действия над комплексными числами, заданными в тригонометрической форме

Тригонометрическая форма комплексного числа имеет вид

$$z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi), \quad (1.7)$$

где  $|z|$  и  $\varphi$  подставляются из полученных выражений (1.1) и (1.3).

Произведение двух комплексных чисел  $z_1 = |z_1|(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1)$  и  $z_2 = |z_2|(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2)$  в тригонометрической форме определяется по формуле

$$\begin{aligned} z_1 \cdot z_2 &= |z_1|(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1) |z_2|(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2) = \\ &|z_1| |z_2| [\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2)]. \end{aligned} \quad (1.8)$$

Частным двух комплексных чисел  $z_1 = |z_1|(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1)$  и  $z_2 = |z_2|(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2)$  называется комплексное число

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{|z_1|(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1)}{|z_2|(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2)} = \frac{|z_1|}{|z_2|} [\cos(\varphi_1 - \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 - \varphi_2)]. \quad (1.9)$$

Для возведения комплексного числа  $z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi)$  в  $n$ -степень используется формула Муавра:

$$z^n = |z|^n (\cos n\varphi + i \sin n\varphi). \quad (1.10)$$

Для извлечения корня  $n$ -степени из комплексного числа  $z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi)$  используется следующая формула Муавра:

$$\begin{aligned} \sqrt[n]{z} = z^{1/n} &= |z|^{1/n} \left( \cos \frac{\varphi + 2\pi k}{n} + i \sin \frac{\varphi + 2\pi k}{n} \right) = \\ &= \sqrt[n]{|z|} \left( \cos \frac{\varphi + 2\pi k}{n} + i \sin \frac{\varphi + 2\pi k}{n} \right), \end{aligned} \quad (1.11)$$

где  $k = 0, 1, 2, \dots, (n - 1)$ .

*Пример 1.2.* Перевести комплексное число  $z = 2 + 2i$  из алгебраической формы в тригонометрическую форму.

*Решение*

1) Находим модуль комплексного числа по формуле (1.1)

$$|z| = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{2^2 + 2^2} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}.$$

2) Из формул (1.3) найдем аргумент комплексного числа

$$\cos \varphi = \frac{a}{|z|} = \frac{2}{2\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}, \quad \sin \varphi = \frac{b}{|z|} = \frac{2}{2\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}.$$

Отсюда следует, что  $\varphi = \frac{\pi}{4}$ .

3) Тогда тригонометрическая форма комплексного числа представляется по формуле (1.7) в виде

$$z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi) = 2\sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right).$$

*Пример 1.3.* Перевести комплексное число  $z = -3i$  из алгебраической формы в тригонометрическую форму.

*Решение*

1) Находим модуль комплексного числа по формуле (1.1)

$$|z| = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{0^2 + (-3)^2} = \sqrt{9} = 3.$$

2) Из формул (1.3) найдем аргумент комплексного числа

$$\cos \varphi = \frac{a}{|z|} = \frac{0}{3} = 0, \quad \sin \varphi = \frac{b}{|z|} = \frac{-3}{3} = -1.$$

Отсюда следует, что  $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ .

3) Тогда тригонометрическая форма комплексного числа представляется в виде по формуле (1.7)

$$z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi) = 3 \left( \cos \left( -\frac{\pi}{2} \right) + i \sin \left( -\frac{\pi}{2} \right) \right).$$

*Пример 1.4.* Перевести комплексное число  $z^{10} = (2 + 2i)^{10}$  из алгебраической формы в тригонометрическую.

*Решение.* Используя *пример 1.1*, получим

$$z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi) = 2\sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right),$$

тогда, используя формулу Муавра (1.10), получим

$$z^{10} = (2\sqrt{2})^{10} \left( \cos 10 \cdot \frac{\pi}{4} + i \sin 10 \cdot \frac{\pi}{4} \right) = 32768 \left( \cos \frac{5\pi}{2} + i \sin \frac{5\pi}{2} \right).$$

*Пример 1.5.* Перевести комплексное число  $z^{1/2} = (2 + 2i)^{1/2}$  из алгебраической формы в тригонометрическую форму при  $k=1$ .

*Решение.* Используя *пример 1.1*, получим

$$z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi) = 2\sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right),$$

тогда, используя формулу Муавра (1.11), получим

$$z^{1/2} = (2\sqrt{2})^{1/2} \left( \cos \frac{\frac{\pi}{4} + 2\pi \cdot 1}{2} + i \sin \frac{\frac{\pi}{4} + 2\pi \cdot 1}{2} \right) = \sqrt[4]{8} \left( \cos \frac{9\pi}{8} + i \sin \frac{9\pi}{8} \right).$$

#### 1.4. Формула Эйлера. Действия над комплексными числами, заданными в показательной форме

Формулой Эйлера называется выражение

$$e^{i\varphi} = \cos \varphi + i \sin \varphi. \quad (1.12)$$

Тогда показательная форма комплексного числа представляется в виде

$$z = |z| e^{i\varphi}, \quad (1.13)$$

где  $|z|$  и  $\varphi$  подставляются из полученных выражений (1.1) и (1.2).

Формула Эйлера (1.12) устанавливает связь между тригонометрическими функциями и показательной функцией.

Используя (1.12), получим выражение

$$e^{-i\varphi} = \cos \varphi - i \sin \varphi, \quad (1.14)$$

т. е., складывая и вычитая выражения (1.12) и (1.14), получим связь с тригонометрическими функциями:

$$\cos \varphi = \frac{e^{i\varphi} + e^{-i\varphi}}{2}, \quad \sin \varphi = \frac{e^{i\varphi} - e^{-i\varphi}}{2i}. \quad (1.15)$$

*Пример 1.6.* Перевести комплексное число  $z = 2 + 2i$  из алгебраической формы в показательную.

*Решение.* Используя решение примера 1.2, комплексное число  $z = 2 + 2i$  в тригонометрической форме, представляется в виде

$$z = 2\sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right).$$

Используя формулу Эйлера (1.12), представим комплексное число  $z = 2 + 2i$  в показательной форме:

$$z = 2\sqrt{2}e^{i\frac{\pi}{4}}.$$

*Пример 1.7.* Перевести комплексное число  $z = 5e^{i\frac{3\pi}{4}}$  из показательной формы в тригонометрическую и алгебраическую формы.

*Решение*

$$z = 5e^{i\frac{3\pi}{4}} = 5\left(\cos\frac{3\pi}{4} + i\sin\frac{3\pi}{4}\right);$$
$$z = 5\left(-\frac{\sqrt{2}}{2} + i\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = -\frac{5\sqrt{2}}{2} + i\frac{5\sqrt{2}}{2}.$$

## ГЛАВА 2

### МАТРИЦЫ

*Матрица* – это прямоугольная таблица чисел, расположенных в  $m$  строках и  $n$  столбцах (являющаяся набором координат векторов). Наборы координат векторов называются *элементами матрицы*. Матрицы обозначаются большими латинскими буквами:  $A, B, C$  и т. д.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}. \quad (2.1)$$

Числа, входящие в таблицу, называются ее элементами и обозначаются символом  $a_{ij}$ , где первый индекс  $i$  определяет номер строки, второй индекс  $j$  – номер столбца. Выражение  $m \times n$  и называют размерностью матриц.

*Например*, матрица  $A$  имеет размерность  $3 \times 2$ :

$$A = \begin{pmatrix} -4 & 8 \\ 5 & 9 \\ -1 & 3 \end{pmatrix},$$

а матрица  $B$  имеет размерность  $2 \times 3$ :

$$B = \begin{pmatrix} 4 & 5 & -3 \\ 7 & 5 & -1 \end{pmatrix}.$$

Если в матрице число строк совпадает с числом столбцов, то матрица называется *квадратной*. Понятие размерности матрицы для квадратной матрицы заменяют понятием порядок матрицы. Порядок квадратной матрицы равен числу строк или столбцов этой матрицы.

Для квадратной матрицы вводятся понятия главной и побочной диагоналей. Главная диагональ состоит из элементов  $a_{ij}$  с одинаковыми индексами, побочная диагональ состоит из элементов  $a_{ij}$ , сумма индексов которых равна  $n+1$ .



Если элементы квадратной матрицы, стоящие на главной диагонали, равны единице, а все остальные равны нулю, то матрица называется *единичной* и обозначается

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}.$$

## 2.1. Действия над матрицами

### Сумма и разность матриц

*Суммой или разностью* двух матриц называют такую матрицу, у которой элементы получены сложением или вычитанием соответственных элементов, при условии, что размерности матриц совпадают.

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \pm \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} \pm b_{11} & a_{12} \pm b_{12} \\ a_{21} \pm b_{21} & a_{22} \pm b_{22} \end{pmatrix}. \quad (2.2)$$

*Пример 2.1.* Найти сумму и разность матриц:

$$\begin{pmatrix} 3 & 4 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 7 & 3 \\ 6 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10 & 7 \\ 8 & 1 \end{pmatrix};$$

$$\begin{pmatrix} 2 & -5 & 3 \\ 4 & 3 & 4 \\ -2 & 0 & 7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 3 & -3 & 4 \\ 1 & 1 & 1 \\ 4 & 6 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 3 & 2 & 3 \\ -6 & -6 & 4 \end{pmatrix}.$$

### Умножение матрицы на число

Для того, чтобы умножить матрицу на число, следует каждый элемент матрицы умножить на это число.

$$\lambda \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda a_{11} & \lambda a_{12} \\ \lambda a_{21} & \lambda a_{22} \end{pmatrix}. \quad (2.3)$$

*Пример 2.2.* Умножить матрицу на число:

$$-3 \begin{pmatrix} 4 & 5 & -3 \\ 7 & 5 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -12 & -15 & 9 \\ -21 & -15 & 3 \end{pmatrix}.$$

### Произведение матриц

Произведение двух матриц определяется тогда, когда количество столбцов 1-й матрицы совпадает с количеством строк 2-й матрицы. Элемент  $c_{ij}$  матрицы произведения, стоящий на пересечении  $i$ -й строки и  $j$ -го столбца равен сумме произведений элементов  $i$ -й строки 1-й матрицы на элементы  $j$ -го столбца 2-й матрицы, т. е. по формуле  $c_{ij} = \sum_k a_{ik} \cdot b_{kj}$ .

Надо отметить, что произведение матриц некоммутативное, т. е.

$$A \cdot B \neq B \cdot A.$$

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} \cdot b_{11} + a_{12} \cdot b_{21} & a_{11} \cdot b_{12} + a_{12} \cdot b_{22} \\ a_{21} \cdot b_{11} + a_{22} \cdot b_{21} & a_{21} \cdot b_{12} + a_{22} \cdot b_{22} \end{pmatrix}. \quad (2.4)$$

*Пример 2.3.* Найти произведение матриц:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 7 & 3 \\ 6 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \cdot 7 + 2 \cdot 6 & 3 \cdot 3 + 2 \cdot 0 \\ 2 \cdot 7 + 1 \cdot 6 & 2 \cdot 3 + 1 \cdot 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 33 & 9 \\ 20 & 6 \end{pmatrix};$$
$$\begin{pmatrix} 4 & 5 & 1 \\ 3 & 2 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ -1 & 2 \\ 7 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 \cdot 3 + 5 \cdot (-1) + 1 \cdot 7 & 4 \cdot 0 + 5 \cdot 2 + 1 \cdot 1 \\ 3 \cdot 3 + 2 \cdot (-1) + (-1) \cdot 7 & 3 \cdot 0 + 2 \cdot 2 + (-1) \cdot 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 14 & 11 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}.$$

### Транспонирование матрицы

Транспонированной к матрице  $A$  называется матрица, полученная из матрицы  $A$  путем замены строки на столбец с такими же индексами. Транспонированная матрица обозначается  $A^T$ .

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}, \quad A^T = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} \\ a_{12} & a_{22} \end{pmatrix}. \quad (2.5)$$

*Пример 2.4.* Найти транспонированную матрицу, к матрице  $A = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ -1 & 2 \\ 7 & 1 \end{pmatrix}$ .

$$A^T = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 7 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

## 2.2. Определители

### Определитель 1-го порядка

Определителем 1-го порядка, составленным из числа  $a_{11}$ , называется число, определяемое равенством

$$\det A = |a_{11}| = a_{11}. \quad (2.6)$$

*Пример 2.5.* Вычислить определитель  $\det A = |5|$ .

$$\det A = |5| = 5.$$

*Пример 2.6.* Вычислить определитель  $\det A = |-10|$ .

$$\det A = |-10| = -10.$$

### Определитель 2-го порядка

Определителем 2-го порядка, составленным из чисел  $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}$ , называется число, определяемое равенством

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}. \quad (2.7)$$

Числа  $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}$  называются элементами определителя, причем элементы  $a_{11}, a_{22}$  образуют главную диагональ, а элементы  $a_{12}, a_{21}$  – побочную диагональ. Таким образом, определитель 2-го порядка равен произведению элементов главной диагонали минус произведение элементов побочной диагонали.

*Пример 2.7.* Вычислить определитель  $\det A = \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 4 & -2 \end{vmatrix}$ .

*Решение*

$$\det A = \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 4 & -2 \end{vmatrix} = 1 \cdot (-2) - 3 \cdot 4 = -14.$$

*Пример 2.8.* Вычислить определитель  $\det A = \begin{vmatrix} -5 & -3 \\ 4 & 1 \end{vmatrix}$ .

*Решение*

$$\det A = \begin{vmatrix} -5 & -3 \\ 4 & 1 \end{vmatrix} = -5 \cdot 1 - (-3) \cdot 4 = 7.$$

### Определитель 3-го порядка

Рассмотрим определитель 3-го порядка:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}.$$

*Минором*  $M_{ij}$  *элемента*  $a_{ij}$  называется определитель, который получается вычеркиванием из данного определителя  $i$ -й строки и  $j$ -го столбца.

Алгебраические дополнения  $A_{ij}$  элементов  $a_{ij}$  определяются по формуле

$$A_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij},$$

где  $M_{ij}$  – миноры для элементов со строкой  $i$  и столбцом  $j$ .

Определителем 3-го порядка, составленным из чисел  $a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{31}, a_{32}, a_{33}$ , называется число:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = \sum_{k=1}^3 a_{ik} \cdot A_{ik}, \det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = \sum_{k=1}^3 a_{kj} \cdot A_{kj} \quad (2.8)$$

для фиксированного значения  $i$ -той строки или  $j$ -того столбца.

Тогда формула миноров по 1-й строке для разложения определителя 3-го порядка примет вид:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = (-1)^{1+1} a_{11} \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} + (-1)^{1+2} a_{12} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + \\ + (-1)^{1+3} a_{13} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix}. \quad (2.9)$$

Определитель можно раскладывать по любой строке или столбцу, например, формула миноров по 2-му столбцу для разложения определителя 3-го порядка выглядит следующим образом:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = (-1)^{1+2} a_{12} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + (-1)^{2+2} a_{22} \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + \\ + (-1)^{3+2} a_{32} \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \end{vmatrix}. \quad (2.10)$$

*Пример 2.9.* Вычислить определитель  $\det A = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix}$ .

*Решение.* Разложим определитель по формуле миноров первой строки:

$$\det A = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix} = (-1)^{1+1} 1 \begin{vmatrix} 5 & 6 \\ 8 & 9 \end{vmatrix} + (-1)^{1+2} 2 \begin{vmatrix} 4 & 6 \\ 7 & 9 \end{vmatrix} + (-1)^{1+3} 3 \begin{vmatrix} 4 & 5 \\ 7 & 8 \end{vmatrix} = \\ = 1(5 \cdot 9 - 6 \cdot 8) - 2(4 \cdot 9 - 6 \cdot 7) + 3(4 \cdot 8 - 5 \cdot 7) = 0.$$

*Пример 2.10.* Вычислить определитель  $\det A = \begin{vmatrix} 1 & -3 & 5 \\ 3 & 0 & 6 \\ 7 & 8 & -9 \end{vmatrix}$ .

*Решение.* Разложим определитель по формуле миноров первой строки:

$$\begin{aligned} \det A &= \begin{vmatrix} 1 & -3 & 5 \\ 3 & 0 & 6 \\ 7 & 8 & -9 \end{vmatrix} = (-1)^{1+1} 1 \begin{vmatrix} 0 & 6 \\ 8 & -9 \end{vmatrix} + (-1)^{1+2} (-3) \begin{vmatrix} 3 & 6 \\ 7 & -9 \end{vmatrix} + (-1)^{1+3} 5 \begin{vmatrix} 3 & 0 \\ 7 & 8 \end{vmatrix} = \\ &= 1[(0 \cdot (-9) - 6 \cdot 8)] - (-3)(3 \cdot (-9) - 6 \cdot 7) + 5(3 \cdot 8 - 0 \cdot 7) = -135. \end{aligned}$$

*Пример 2.11.* Вычислить определитель  $\det A = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 5 \\ 2 & 7 & 0 \\ 3 & -1 & 0 \end{vmatrix}$ .

*Решение.* Так как наибольшее количество нулей в третьем столбце, то воспользуемся формулой миноров для 3-го столбца (при этом 2-е и 3-е слагаемые будут равны нулю):

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 5 \\ 2 & 7 & 0 \\ 3 & -1 & 0 \end{vmatrix} = (-1)^{1+3} \cdot 5 \cdot \begin{vmatrix} 2 & 7 \\ 3 & -1 \end{vmatrix} + 0 + 0 = 5(-2 - 21) = -115.$$

### 2.3. Обратная матрица

Если квадратная матрица является невырожденной, т. е.,  $\det A \neq 0$ , то матрица будет иметь *обратную*. Обратную матрицу можно найти по формуле

$$A^{-1} = \frac{1}{\det A} (A^*)^T, \quad (2.11)$$

где  $A^*$  – матрица алгебраических дополнений  $A_{ij}$ :

$$A^* = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{n1} & A_{n2} & \dots & A_{nn} \end{pmatrix}, \quad A_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij},$$

$M_{ij}$  – миноры для элементов  $a_{ij}$  (со строкой  $i$  и столбцом  $j$ ).

После нахождения обратной матрицы можно воспользоваться проверкой, т. е.

$$A \cdot A^{-1} = E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}, \quad (2.12)$$

должна получиться единичная матрица  $E$ .

*Пример 2.12.* Найти обратную матрицу для матрицы  $A = \begin{pmatrix} 0 & 4 & 4 \\ -1 & 4 & 3 \\ -3 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ .

*Решение*

1) Найдем определитель матрицы

$$\det A = \begin{vmatrix} 0 & 4 & 4 \\ -1 & 4 & 3 \\ -3 & 2 & 0 \end{vmatrix} = 4.$$

2) Найдем алгебраические дополнения:

$$A_{11} = (-1)^{1+1} \begin{vmatrix} 4 & 3 \\ 2 & 0 \end{vmatrix} = -6; \quad A_{21} = (-1)^{2+1} \begin{vmatrix} 4 & 4 \\ 2 & 0 \end{vmatrix} = 8; \quad A_{31} = (-1)^{3+1} \begin{vmatrix} 4 & 4 \\ 4 & 3 \end{vmatrix} = -4;$$

$$A_{12} = (-1)^{1+2} \begin{vmatrix} -1 & 3 \\ -3 & 0 \end{vmatrix} = -9; \quad A_{22} = (-1)^{2+2} \begin{vmatrix} 0 & 4 \\ -3 & 0 \end{vmatrix} = 12; \quad A_{32} = (-1)^{3+2} \begin{vmatrix} 0 & 4 \\ -1 & 3 \end{vmatrix} = -4;$$

$$A_{13} = (-1)^{1+3} \begin{vmatrix} -1 & 4 \\ -3 & 2 \end{vmatrix} = 10; \quad A_{23} = (-1)^{2+3} \begin{vmatrix} 0 & 4 \\ -3 & 2 \end{vmatrix} = -12; \quad A_{33} = (-1)^{3+3} \begin{vmatrix} 0 & 4 \\ -1 & 4 \end{vmatrix} = 4.$$

$$A^* = \begin{pmatrix} -6 & 9 & 10 \\ 8 & 12 & -12 \\ -4 & -4 & 4 \end{pmatrix}, \quad (A^*)^T = \begin{pmatrix} -6 & 8 & -4 \\ -9 & 12 & -4 \\ 10 & -12 & 4 \end{pmatrix},$$

$$A^{-1} = \frac{1}{4} \begin{pmatrix} -6 & 8 & -4 \\ -9 & 12 & -4 \\ 10 & -12 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1.5 & 2 & -1 \\ -2.25 & 3 & -1 \\ 2.5 & -3 & 1 \end{pmatrix}.$$

*Проверка*

$$A \cdot A^{-1} = \begin{pmatrix} 0 & 4 & 4 \\ -1 & 4 & 3 \\ -3 & 2 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -1.5 & 2 & -1 \\ -2.25 & 3 & -1 \\ 2.5 & -3 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$







$$\det A_1 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ b_2 & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_n & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}, \det A_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & b_2 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & b_n & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}, \dots, \det A_n = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & b_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & b_n \end{vmatrix}.$$

3) Найти решение неоднородной СЛАУ:

$$x_1 = \frac{\det A_1}{\det A}, x_2 = \frac{\det A_2}{\det A}, \dots, x_n = \frac{\det A_n}{\det A}.$$

Для СЛАУ с двумя переменными можно вместо  $x_1$  и  $x_2$  использовать  $x$  и  $y$ .

*Пример 3.1.* Решить СЛАУ, используя метод Крамера:

$$\begin{cases} 2x - 3y = -4; \\ -x + y = 1. \end{cases}$$

*Решение.* Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = 2 \cdot 1 - (-3) \cdot (-1) = -1 \neq 0,$$

тогда система имеет единственное решение.

2) Найдем определители  $\det A_x$ ,  $\det A_y$ :

$$\det A_x = \begin{vmatrix} -4 & -3 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = -1, \det A_y = \begin{vmatrix} 2 & -4 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = -2.$$

3) Найти решение определенной неоднородной СЛАУ:

$$x = \frac{\det A_x}{\det A} = \frac{-1}{-1} = 1; y = \frac{\det A_y}{\det A} = \frac{-2}{-1} = 2.$$

*Ответ.*  $X = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}.$

Пример 3.2. Решить СЛАУ, используя метод Крамера:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 5; \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1; \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11. \end{cases}$$

Решение. Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 12.$$

Так как  $\det A \neq 0$ , тогда система уравнений имеет единственное решение.

2) Для нахождения её решения используем формулы Крамера:

$$\det A_1 = \begin{vmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \\ 11 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 24, \det A_2 = \begin{vmatrix} 3 & 5 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ 2 & 11 & 3 \end{vmatrix} = -24, \det A_3 = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 5 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 11 \end{vmatrix} = 36.$$

3) Найти решение неоднородной СЛАУ:

$$x_1 = \frac{\det A_1}{\det A} = \frac{24}{12} = 2, \quad x_2 = \frac{\det A_2}{\det A} = \frac{-24}{12} = -2, \quad x_3 = \frac{\det A_3}{\det A} = \frac{36}{12} = 3.$$

$$\text{Ответ: } X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

### Матричный метод (метод обратной матрицы)

1) Найти определитель основной матрицы  $A$  неоднородной СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} \neq 0.$$

Если определитель основной матрицы  $A$  неоднородной СЛАУ отличен от нуля, то СЛАУ имеет единственное решение.

2) Найдем обратную матрицу  $A^{-1}$ .

3) Решение находится в виде

$$X = A^{-1}B.$$

*Пример 3.3.* Решить СЛАУ, используя матричный метод:

$$\begin{cases} 2x - 3y = -4; \\ -x + y = 1. \end{cases}$$

*Решение.* Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = 2 \cdot 1 - (-3) \cdot (-1) = -1 \neq 0,$$

тогда система имеет единственное решение.

2) Найдем обратную матрицу:

$$A^{-1} = \frac{1}{-1} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} -1 & -3 \\ -1 & -2 \end{pmatrix}.$$

3) Тогда решение находим в виде

$$X = A^{-1}B = \begin{pmatrix} -1 & -3 \\ -1 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -4 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}.$$

*Ответ:*  $X = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}.$

*Пример 3.4.* Решить СЛАУ, используя матричный метод:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 5; \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1; \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11. \end{cases}$$

*Решение.* Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 12.$$

Так как  $\det A \neq 0$ , то система уравнений имеет единственное решение.

2) Найдем обратную матрицу:

$$A^{-1} = \frac{1}{12} \begin{pmatrix} 8 & -4 & -4 \\ -5 & 7 & 1 \\ -1 & -1 & 5 \end{pmatrix}^T = \frac{1}{12} \begin{pmatrix} 8 & -5 & -1 \\ -4 & 7 & -1 \\ -4 & 1 & 5 \end{pmatrix}.$$

3) Тогда решение находим в виде:

$$X = A^{-1}B = \frac{1}{12} \begin{pmatrix} 8 & -5 & -1 \\ -4 & 7 & -1 \\ -4 & 1 & 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

Ответ:  $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}.$

### Метод Гаусса

1) Найти определитель основной матрицы  $A$  неоднородной СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} \neq 0.$$

Если определитель основной матрицы  $A$  неоднородной СЛАУ отличен от нуля, то СЛАУ имеет единственное решение.

2) Запишем СЛАУ в расширенном матричном виде:

$$\left( \begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} & b_n \end{array} \right) \sim .$$

3) Преобразуем вторую, третью и т. д. строчки, чтобы получить нули вме-

сто  $a_{21}$ ,  $a_{31}$ ,  $a_{n1}$ , т. е. по формуле  $\bar{a}_{ij} = a_{ij} - \frac{a_{1j}}{a_{11}} a_{i1}$  и  $\bar{b}_j = b_j - \frac{b_1}{a_{11}} a_{i1}$ :

$$\sim \left( \begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ 0 & \bar{a}_{22} & \dots & \bar{a}_{2n} & \bar{a}_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \bar{a}_{n2} & \dots & \bar{a}_{nn} & \bar{a}_n \end{array} \right) \sim .$$

4) Продолжая данные преобразования со второй, третьей и т. д. строками, получим

$$\sim \left( \begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ 0 & \bar{a}_{22} & \dots & \bar{a}_{2n} & \bar{b}_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \tilde{a}_{nn} & \tilde{b}_n \end{array} \right) \sim .$$

5) После чего можно найти  $x_n$ , т. е. требуется разделить последнюю строку на  $\tilde{a}_{nn}$ , тогда:

$$\left( \begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ 0 & \bar{a}_{22} & \dots & \bar{a}_{2n} & \bar{b}_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & \hat{b}_n \end{array} \right) \sim .$$

6) Тогда, преобразуя элементы  $a_{ij}$ , если  $i \neq j$ , и преобразуя  $a_{ii}$  в единицы, получим решение СЛАУ:

$$\sim \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & \dots & 0 & \hat{b}_1 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & \hat{b}_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & \hat{b}_n \end{array} \right) .$$

*Пример 3.5.* Решить СЛАУ, используя метод Гаусса:

$$\begin{cases} 2x - 3y = -4; \\ -x + y = 1. \end{cases}$$

*Решение.* Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = 2 \cdot 1 - (-3) \cdot (-1) = -1 \neq 0,$$

тогда система имеет единственное решение.

2) Запишем СЛАУ в виде расширенной матрицы и получим решение:

$$\begin{aligned} \left( \begin{array}{cc|c} 2 & -3 & -4 \\ -1 & 1 & 1 \end{array} \right) &\sim \left( \begin{array}{cc|c} -1 & 1 & 1 \\ 2 & -3 & -4 \end{array} \right) \stackrel{1c \cdot (-1)}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} 1 & -1 & -1 \\ 2 & -3 & -4 \end{array} \right) \stackrel{2c - 2 \cdot 1c}{\sim} \\ &\stackrel{2c - 2 \cdot 1c}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} 1 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & -2 \end{array} \right) \stackrel{2c \cdot (-1)}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} 1 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 2 \end{array} \right) \stackrel{1c + 2c}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{array} \right) \end{aligned}$$

или

$$\left( \begin{array}{cc|c} 2 & -3 & -4 \\ -1 & 1 & 1 \end{array} \right) \stackrel{1c + 3 \cdot 2c}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} -1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 1 \end{array} \right) \stackrel{1c \cdot (-1)}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} 1 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{array} \right) \stackrel{2c + 1c}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{array} \right).$$

*Ответ:*  $X = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}.$

*Пример 3.6.* Решить СЛАУ, используя метод Гаусса:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 5; \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1; \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11. \end{cases}$$

*Решение.* Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 12.$$

Если определитель основной матрицы  $A$  неоднородной СЛАУ отличен от нуля, то СЛАУ имеет единственное решение.

2) Запишем СЛАУ в виде расширенной матрицы и получим решение:

$$\begin{aligned} & \left( \begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ 2 & 3 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 11 \end{array} \right) \xrightarrow[3c-3 \cdot 1c]{2c-1c} \left( \begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ -1 & 1 & 0 & -4 \\ -7 & -5 & 0 & -4 \end{array} \right) \xrightarrow[3c+5 \cdot 2c]{3c+5 \cdot 2c} \left( \begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ -1 & 1 & 0 & -4 \\ -12 & 0 & 0 & -24 \end{array} \right) \xrightarrow[3c(-12)]{3c(-12)} \\ & \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ -1 & 1 & 0 & -4 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \end{array} \right) \xrightarrow[2c+3c]{3c(-12)} \left( \begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \end{array} \right) \xrightarrow[1c-2 \cdot 2c-3 \cdot 3c]{1c-2 \cdot 2c-3 \cdot 3c} \left( \begin{array}{ccc|c} 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \end{array} \right) \sim \\ & \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right). \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: } X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}.$$



## ГЛАВА 4 ВЕКТОРНАЯ АЛГЕБРА

### 4.1. Основные понятия

*Вектор* — это направленный прямолинейный отрезок, т. е. отрезок, имеющий определенную длину и определенное направление. Если  $A$  — начало вектора, а  $B$  — его конец, то вектор обозначается символом  $\overrightarrow{AB}$  или  $\vec{a}$ . Вектор  $\overrightarrow{BA}$  (у него начало в точке  $B$ , а конец в точке  $A$ ) называется *противоположным вектору  $\overrightarrow{AB}$* . Вектор, противоположный вектору  $\vec{a}$ , обозначается  $-\vec{a}$ .

*Радиус-вектором* точки  $A$  называют такой вектор, началом которого является начало системы координат  $O$ , а концом точка  $A$ , и обозначают  $\vec{r}_A = \overrightarrow{OA}$ .

Разложение вектора по координатному базису имеет вид:

– для двумерного декартова пространства  $\vec{a} = a_1\vec{e}_1 + a_2\vec{e}_2 = \{a_1; a_2\}$ ;

– для трехмерного евклидова пространства

$$\vec{a} = a_1\vec{e}_1 + a_2\vec{e}_2 + a_3\vec{e}_3 = \{a_1; a_2; a_3\}.$$

*Пример 4.1.* Найти вектор  $\overrightarrow{AB}$ , если точка  $A(3; 5)$  и  $B(7; -1)$ .

*Решение:*  $\overrightarrow{AB} = \{7 - 3; -1 - 5\} = \{4; -6\}$  или

$$\overrightarrow{AB} = (7\vec{e}_1 - \vec{e}_2) - (3\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2) = 4\vec{e}_1 - 6\vec{e}_2.$$

*Пример 4.2.* Найти вектор  $\overrightarrow{AB}$ , если точка  $A(0; 1; -1)$  и  $B(4; -1; 6)$ .

*Решение:*  $\overrightarrow{AB} = \{4 - 0; -1 - 1; 6 - (-1)\} = \{4; -2; 7\}$ .

*Длиной* (или *модулем*) вектора  $\vec{a}$  называется длина отрезка и обозначается  $|\vec{a}|$ . Для двумерного пространства длина находится по формуле

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}, \text{ для трехмерного пространства — } |\vec{a}| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}.$$

Вектор, длина которого равна нулю, называется *нулевым вектором* и обозначается  $\vec{0}$ . Нулевой вектор направления не имеет. Вектор, длина которого равна единице, называется *единичным вектором*. Единичный вектор, направление которого совпадает с направлением вектора  $\vec{a}$ , называется *ортонормированным вектором (ортом вектора)* и обозначается  $\vec{a}^0$ . Координаты ортонормированного вектора называются *направляющими косинусами*, т. е.

$$\vec{a}^0 = \{a_1^0; a_2^0; a_3^0\} = \{\cos \alpha; \cos \beta; \cos \gamma\} = \left\{ \frac{a_1}{|\vec{a}|}; \frac{a_2}{|\vec{a}|}; \frac{a_3}{|\vec{a}|} \right\}.$$

*Пример 4.3.* Даны точки  $A(3; 5; 1)$  и  $B(-7; 0; 4)$ . Найти  $\vec{a} = \overline{AB}$ ,  $|\vec{a}|$ ,  $\vec{a}^0$ , направляющие косинусы.

*Решение.*  $\vec{a} = \overline{AB} = \{-10; -5; 3\}$ ;  $|\vec{a}| = \sqrt{(-10)^2 + (-5)^2 + 3^2} = \sqrt{134}$ ;

$$\vec{a}^0 = \overline{AB} = \left\{ -\frac{10}{\sqrt{134}}; -\frac{5}{\sqrt{134}}; \frac{3}{\sqrt{134}} \right\};$$

$$\cos \alpha = -\frac{10}{\sqrt{134}}, \cos \beta = -\frac{5}{\sqrt{134}}, \cos \gamma = \frac{3}{\sqrt{134}}.$$

### Виды векторов

Векторы  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  называются *коллинеарными* ( $\vec{a} \parallel \vec{b}$ ), если они лежат на одной прямой или на параллельных прямых. Коллинеарные векторы могут быть направлены одинаково или противоположно.

Два вектора  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  называются *равными* ( $\vec{a} = \vec{b}$ ), если они коллинеарны, одинаково направлены и имеют одинаковые длины.

Три вектора в пространстве называются *компланарными*, если они лежат в одной плоскости или в параллельных плоскостях. Если среди трех векторов хотя бы один нулевой или два любые коллинеарны, то такие векторы компланарны.

Если вектор нельзя представить в виде линейной комбинации двух других векторов, то такая тройка векторов является *линейно независимой* (также называют *базисом*), а если можно – *линейно зависимой*.

### Проекция и угол

Проекцией вектора  $\overrightarrow{AB}$  на ось  $\vec{m}$  называется положительное число  $|\overrightarrow{A_1B_1}|$ , если вектор  $\overrightarrow{A_1B_1}$  и ось  $\vec{m}$  одинаково направлены и отрицательное число  $-|\overrightarrow{A_1B_1}|$ , если вектор  $\overrightarrow{A_1B_1}$  и ось  $\vec{m}$  противоположно направлены. Если точки  $A_1$  и  $B_1$  совпадают ( $|\overrightarrow{A_1B_1}| = \vec{0}$ ), то проекция вектора  $\overrightarrow{AB}$  равна 0.

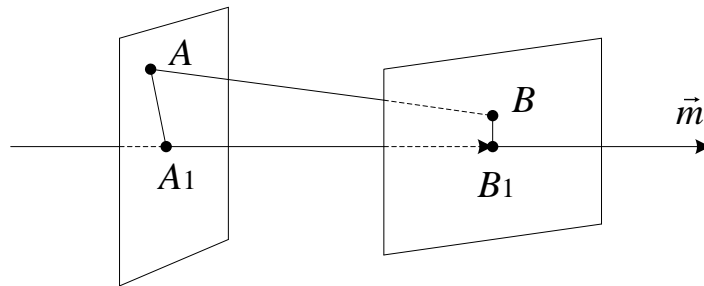


Рис. 4.1. Проекция вектора на ось

Проекция вектора  $\overrightarrow{AB}$  на ось  $\vec{m}$  обозначается так:  $np_{\vec{m}}\overrightarrow{AB}$ . Если  $\overrightarrow{AB} = \vec{0}$  или  $\overrightarrow{AB} \perp \vec{m}$ , то  $np_{\vec{m}}\overrightarrow{AB} = 0$ .

Угол  $\varphi$  между вектором  $\vec{a}$  и осью  $\vec{m}$  (или угол между двумя векторами) составляет  $0 \leq \varphi \leq \pi$ .

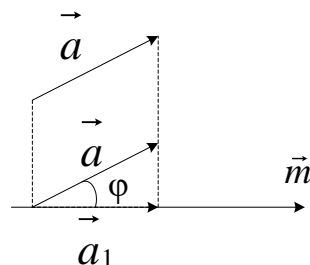


Рис. 4.2. Проекция вектора на ось

Тогда проекция  $np_{\vec{m}}\vec{a} = |\vec{a}| \cos \varphi$  или  $np_{\vec{a}_1}\vec{a} = |\vec{a}| \cos \varphi$ .

## 4.2. Скалярное произведение

Скалярным произведением двух ненулевых векторов называется число, равное произведению длин двух этих векторов на косинус угла между ними.

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos(\vec{a} \wedge \vec{b}). \quad (4.1)$$

Также можно выразить скалярное произведение через проекцию:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot \text{np}_{\vec{a}} \vec{b} = |\vec{b}| \text{np}_{\vec{b}} \vec{a}.$$

Если известны координаты векторов, тогда скалярное произведение равно сумме произведений соответствующих координат векторов:

– двумерного пространства  $\vec{a} \cdot \vec{b} = a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2$ ;

– трехмерного пространства  $\vec{a} \cdot \vec{b} = a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + a_3 \cdot b_3$ .

### Свойства скалярного произведения

1.  $\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{b} \cdot \vec{a}$  (переместительное свойство).

2.  $(\beta \vec{a}) \cdot \vec{b} = \beta(\vec{a} \cdot \vec{b})$  (сочетательное свойство).

3.  $\vec{a} \cdot (\vec{b} + \vec{c}) = \vec{a} \cdot \vec{b} + \vec{a} \cdot \vec{c}$  (распределительное свойство).

4.  $\vec{a} \cdot \vec{a} = |\vec{a}|^2$ .

5. Если ненулевые векторы ортогональны (взаимно перпендикулярны)  $\vec{a} \perp \vec{b}$ , то их скалярное произведение равно нулю.

*Пример 4.4.* Найти скалярное произведение, если  $\vec{a}\{1; 2; 3\}$ ,  $\vec{b}\{2; 2; -1\}$ .

*Решение.*  $\vec{a} \cdot \vec{b} = 1 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot (-1) = 3$ .

*Пример 4.5.* Найти угол между векторами  $\vec{a}\{1; 2; 3\}$  и  $\vec{b}\{2; 2; -1\}$ .

*Решение.* Так как  $\vec{a} \cdot \vec{b} = 3$ ;

$$|\vec{a}| = \sqrt{1^2 + 2^2 + 3^2} = \sqrt{14}, |\vec{b}| = \sqrt{2^2 + 2^2 + (-1)^2} = \sqrt{9} = 3.$$

Тогда из формулы  $\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos(\vec{a} \wedge \vec{b})$  выразим косинус угла, и, затем, найдем угол:

$$\cos(\vec{a} \wedge \vec{b}) = \cos \alpha = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|} = \frac{3}{\sqrt{14} \cdot 3} = \frac{1}{\sqrt{14}} \Rightarrow \alpha = \arccos\left(\frac{1}{\sqrt{14}}\right).$$

*Пример 4.6.* Найти скалярное произведение  $\vec{a} \cdot \vec{b}$ , если  $|\vec{a}| = 2$ ,  $|\vec{b}| = 3$ ,

$$\alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{4}.$$

*Решение*

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = 2 \cdot 3 \cdot \cos \frac{\pi}{4} = 2 \cdot 3 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 3\sqrt{2}.$$

*Пример 4.7.* Найти скалярное произведение  $\vec{p} \cdot \vec{q}$ , если  $\vec{p} = 2\vec{a} + \vec{b}$ ,

$$\vec{q} = \vec{a} - \vec{b}, |\vec{a}| = 2, |\vec{b}| = 3, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{4}.$$

*Решение*

$$\begin{aligned} \vec{p} \cdot \vec{q} &= (2\vec{a} + \vec{b}) \cdot (\vec{a} - \vec{b}) = 2\vec{a} \cdot \vec{a} - 2\vec{a} \cdot \vec{b} + \vec{b} \cdot \vec{a} - \vec{b} \cdot \vec{b} = 2\vec{a} \cdot \vec{a} - 2\vec{a} \cdot \vec{b} + \vec{a} \cdot \vec{b} - \vec{b} \cdot \vec{b} = \\ &= 2\vec{a} \cdot \vec{a} - \vec{a} \cdot \vec{b} - \vec{b} \cdot \vec{b}. \end{aligned}$$

Так как  $\vec{a} \cdot \vec{b} = 3\sqrt{2}$ ,  $\vec{a} \cdot \vec{a} = |\vec{a}|^2 = 2^2 = 4$ ,  $\vec{b} \cdot \vec{b} = |\vec{b}|^2 = 3^2 = 9$ , то

$$\vec{p} \cdot \vec{q} = 2 \cdot 4 - 3\sqrt{2} - 9 = -1 - 3\sqrt{2}.$$

### 4.3. Векторное произведение

Три некопланарных вектора  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ , взятые в указанном порядке, образуют *правую тройку*, если с конца третьего вектора  $\vec{c}$  кратчайший поворот от первого вектора  $\vec{a}$  ко второму вектору  $\vec{b}$  виден совершающимся против часовой стрелки, и *левую*, если – по часовой.

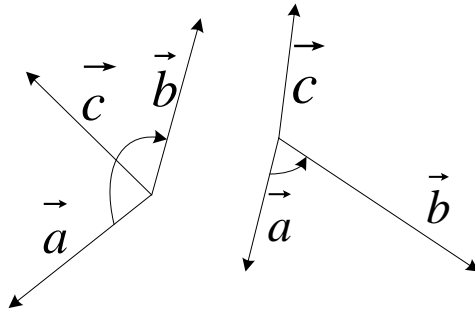


Рис. 4.3. Правая тройка (справа) и левая тройка (слева) векторов

Векторным произведением вектора  $\vec{a}$  на вектор  $\vec{b}$  называется вектор  $\vec{c}$ , который:

- 1) перпендикулярен векторам  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , т. е.  $\vec{c} \perp \vec{a}$   $\vec{c} \perp \vec{b}$ ;
- 2) имеет длину, численно равную площади параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  как на сторонах, т. е.

$$|\vec{c}| = |\vec{a} \times \vec{b}| = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \sin(\vec{a} \wedge \vec{b}) = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \sin\varphi. \quad (4.2)$$

- 3) векторы  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$  образуют правую тройку.

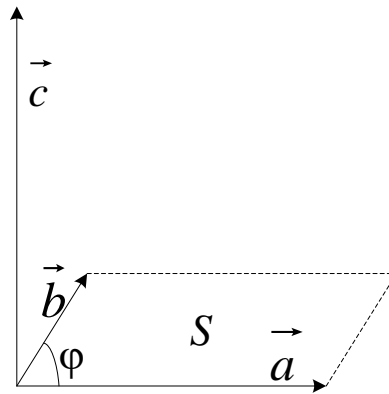


Рис. 4.4. Геометрическая интерпретация векторного произведения

Если известны координаты двух векторов  $\vec{a}\{a_1; a_2; a_3\}$  и  $\vec{b}\{b_1; b_2; b_3\}$ , то векторное произведение можно найти по формуле:

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{e}_1 & \vec{e}_2 & \vec{e}_3 \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix}. \quad (4.3)$$

### Свойства векторного произведения

1. При перестановке сомножителей векторное произведение меняет знак, т. е.  $\vec{a} \times \vec{b} = -\vec{b} \times \vec{a}$ .

2. Векторное произведение обладает сочетательным свойством относительно скалярного множителя, т. е.  $\beta(\vec{a} \times \vec{b}) = (\beta\vec{a}) \times \vec{b} = \vec{a} \times (\beta\vec{b})$ .

3. Векторное произведение обладает распределительным свойством:  $(\vec{a} + \vec{b}) \times \vec{c} = \vec{a} \times \vec{c} + \vec{b} \times \vec{c}$ . когда их векторное произведение равно нулевому вектору, т. е.  $\vec{a} \parallel \vec{b} \Leftrightarrow \vec{a} \times \vec{b} = \vec{0}$ .

4. Два ненулевых вектора  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  коллинеарны тогда и только тогда,

### Приложения векторного произведения

1. Площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , вычисляется по формуле  $S_{\text{пар}} = |\vec{a} \times \vec{b}|$ .

2. Площадь треугольника, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , равна  $S_{\text{тр}} = \frac{1}{2} |\vec{a} \times \vec{b}|$ .

*Пример 4.8.* Найти длину векторного произведения  $|\vec{a} \times \vec{b}|$ , если  $|\vec{a}| = 2$ ,  $|\vec{b}| = 3$ ,  $\alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3}$ .

*Решение*

$$|\vec{a} \times \vec{b}| = 2 \cdot 3 \cdot \sin \frac{\pi}{3} = 2 \cdot 3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 3\sqrt{3}.$$

*Пример 4.9.* Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , если  $|\vec{a}| = 2$ ,  $|\vec{b}| = 3$ ,  $\alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3}$ .

*Решение.* Так как  $S_{\text{пар}} = |\vec{a} \times \vec{b}| = 3\sqrt{3} \text{ (ед}^2\text{)}$ .

*Пример 4.10.* Найти площадь треугольника, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , если  $|\vec{a}|=2$ ,  $|\vec{b}|=3$ ,  $\alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3}$ .

*Решение.* Так как  $S_{\text{тр}} = \frac{1}{2}|\vec{a} \times \vec{b}| = \frac{3\sqrt{3}}{2}(\text{ед}^2)$ .

*Пример 4.11.* Найти длину векторного произведения  $|\vec{p} \times \vec{q}|$ , если  $\vec{p} = 2\vec{a} + \vec{b}$ ,  $\vec{q} = \vec{a} - \vec{b}$ ,  $|\vec{a}|=2$ ,  $|\vec{b}|=3$ ,  $\alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3}$ .

*Решение*

$$\begin{aligned} \vec{p} \times \vec{q} &= (2\vec{a} + \vec{b}) \times (\vec{a} - \vec{b}) = 2\vec{a} \times (\vec{a} - \vec{b}) + \vec{b} \times (\vec{a} - \vec{b}) = -2(\vec{a} - \vec{b}) \times \vec{a} - (\vec{a} - \vec{b}) \times \vec{b} = \\ &= -2\vec{a} \times \vec{a} + 2\vec{b} \times \vec{a} - \vec{a} \times \vec{b} + \vec{b} \times \vec{b}. \end{aligned}$$

По свойству векторного произведения,  $\vec{a} \times \vec{a} = 0$ ,  $\vec{b} \times \vec{b} = 0$ , то

$$\vec{p} \times \vec{q} = 2\vec{b} \times \vec{a} - \vec{a} \times \vec{b} = -2\vec{a} \times \vec{b} - \vec{a} \times \vec{b} = -3\vec{a} \times \vec{b}.$$

Как ранее было вычислено,  $|\vec{a} \times \vec{b}| = 3\sqrt{3}$ , то

$$|\vec{p} \times \vec{q}| = |-3\vec{a} \times \vec{b}| = 3|\vec{a} \times \vec{b}| = 3 \cdot 3\sqrt{3} = 9\sqrt{3}.$$

*Пример 4.12.* Найти векторное произведение  $\vec{a} \times \vec{b}$  и его длину  $|\vec{a} \times \vec{b}|$ , если  $\vec{a} \{1; 2; 3\}$ ,  $\vec{b} \{2; 2; -1\}$ .

*Решение*

$$\begin{aligned} \vec{a} \times \vec{b} &= \begin{vmatrix} \vec{e}_1 & \vec{e}_2 & \vec{e}_3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 2 & 2 & 1 \end{vmatrix} = (-1)^{1+1} \vec{e}_1 \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} + (-1)^{1+2} \vec{e}_2 \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} + (-1)^{1+3} \vec{e}_3 \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 2 \end{vmatrix} = \\ &= -4\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3 = \{-4; 5; -2\}; \end{aligned}$$

$$|\vec{a} \times \vec{b}| = \sqrt{(-4)^2 + 5^2 + (-2)^2} = \sqrt{45} = 3\sqrt{5}.$$



#### 4.4. Смешанное произведение

Рассмотрим произведение векторов  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ , составленное следующим образом:  $(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{c}$ . Здесь первые два вектора перемножаются векторно, а их результат скалярно умножается на третий вектор. Такое произведение называется *векторно-скалярным*, или *смешанным*, произведением трех векторов. Смешанное произведение представляет собой некоторое число, обозначается  $\vec{a}\vec{b}\vec{c}$  и численно равно

$$\vec{a}\vec{b}\vec{c} = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}. \quad (4.4)$$

#### Свойства смешанного произведения

1. Смешанное произведение не меняется при циклической перестановке его сомножителей, т. е.  $(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{c} = (\vec{b} \times \vec{c}) \cdot \vec{a} = (\vec{c} \times \vec{a}) \cdot \vec{b}$ .
2. Смешанное произведение не меняется при перемене местами знаков векторного и скалярного умножения, т. е.  $(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{c} = \vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c})$ .
3. Смешанное произведение меняет свой знак при перемене мест любых двух векторов-сомножителей, т. е.  $\vec{a}\vec{b}\vec{c} = -\vec{a}\vec{c}\vec{b}$  и т. д.
4. Смешанное произведение ненулевых векторов  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$  равно нулю тогда и только тогда, когда они компланарны.

#### Приложения смешанного произведения

1. Объем параллелепипеда, построенного на векторах  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ , вычисляется по формуле  $V = |\vec{a}\vec{b}\vec{c}|$ .
2. Объем треугольной пирамиды, построенной на векторах  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$  равен  $V = \frac{1}{6} |\vec{a}\vec{b}\vec{c}|$ .

*Пример 4.13.* Найти смешанное произведение векторов  $\vec{a}\{1; 2; 3\}$ ,  $\vec{b}\{2; 2; -1\}$ ,  $\vec{c}\{5; 3; 1\}$ .

*Решение.*  $\vec{a}\vec{b}\vec{c} = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 2 & -1 \\ 5 & 3 & 1 \end{vmatrix} = -21.$

*Пример 4.14.* Найти объем параллелепипеда, построенного на векторах  $\vec{a}\{1; 2; 3\}$ ,  $\vec{b}\{2; 2; -1\}$ ,  $\vec{c}\{5; 3; 1\}$ .

*Решение.* Так как  $\vec{a}\vec{b}\vec{c} = -21$ , то  $V = |\vec{a}\vec{b}\vec{c}| = |-21| = 21(\text{ед}^3).$

*Пример 4.15.* Найти объем треугольной пирамиды, построенной на векторах  $\vec{a}\{1; 2; 3\}$ ,  $\vec{b}\{2; 2; -1\}$ ,  $\vec{c}\{5; 3; 1\}$ .

*Решение.* Так как  $\vec{a}\vec{b}\vec{c} = -21$ , то  $V = \frac{1}{6}|\vec{a}\vec{b}\vec{c}| = \frac{1}{6}|-21| = 3,5(\text{ед}^3).$

## Задания для самостоятельного решения по линейной алгебре

*Задание 1.* Требуется записать число  $z$  в алгебраической форме.

$$\begin{aligned} 1) z = \frac{2+i}{1-i}; \quad 2) z = \frac{2-i}{1+i}; \quad 3) z = \frac{2-i}{1-i}; \quad 4) z = \frac{2+3i}{2-i}; \quad 5) z = \frac{2-3i}{2+i}; \\ 6) z = \frac{2-3i}{2-i}; \quad 7) z = \frac{4+3i}{2-5i}; \quad 8) z = \frac{4-3i}{2+5i}; \quad 9) z = \frac{4-3i}{2-5i}; \quad 10) z = \frac{4+3i}{2+5i}. \end{aligned}$$

*Задание 2.* Дано комплексное число  $z$ . Требуется записать число  $z$  в тригонометрической и показательной формах.

$$\begin{aligned} 1) z = -1+i\sqrt{3}; \quad 2) z = -\sqrt{3}+i; \quad 3) z = \sqrt{3}-i; \quad 4) z = 1-i\sqrt{3}; \quad 5) z = 1-i; \\ 6) z = -1+i; \quad 7) z = -1-i\sqrt{3}; \quad 8) z = -\sqrt{3}-i; \quad 9) z = -1-i; \quad 10) z = -2i. \end{aligned}$$

*Задание 3.* Найти  $C$ , если:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 5 & a & 2 \\ 5 & 6 & -1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 4 & 0 & -1 \\ 3 & 7 & 1 \\ b & 4 & 1 \end{pmatrix},$$

- 1)  $C = 2A + AB, a=1 b=-9;$
- 2)  $C = 2A + AB, a=2 b=-8;$
- 3)  $C = 2A + AB, a=3 b=-7;$
- 4)  $C = 2A + AB, a=4 b=-6;$
- 5)  $C = A - 3AB, a=-1 b=9;$
- 6)  $C = A - 3AB, a=-2 b=8;$
- 7)  $C = A - 3AB, a=-3 b=7;$
- 8)  $C = A - 3AB, a=-4 b=6;$
- 9)  $C = A - 3AB, a=5 b=-5;$
- 10)  $C = A - 3AB, a=-5 b=5.$

Дана система линейных алгебраических уравнений.

Задание 4. Решить СЛАУ методом Гаусса.

Задание 5. Решить СЛАУ методом Крамера.

Задание 6. Решить СЛАУ методом обратной матрицы (матричным методом).

$$1) \begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 8; \\ 2x_1 - 4x_2 - 3x_3 = -1; \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = 0. \end{cases} \quad 2) \begin{cases} 5x_1 + 8x_2 - x_3 = 7; \\ 2x_1 - x_2 + 2x_3 = 9; \\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 1. \end{cases} \quad 3) \begin{cases} 3x_1 + x_2 + x_3 = 21; \\ x_1 - 4x_2 - 2x_3 = -16; \\ -3x_1 + 5x_2 + 6x_3 = 41. \end{cases}$$

$$4) \begin{cases} 2x_1 - x_2 + 5x_3 = 4; \\ 5x_1 + 2x_2 + 13x_3 = 2; \\ 3x_1 - x_2 + 5x_3 = 0. \end{cases} \quad 5) \begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 = -2; \\ 4x_1 - 3x_2 + x_3 = 1; \\ 2x_1 + x_2 - x_3 = 1. \end{cases} \quad 6) \begin{cases} 7x_1 - 5x_2 = 34; \\ 4x_1 + 11x_2 = -36; \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 = -20. \end{cases}$$

$$7) \begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 = 4; \\ 3x_1 - 5x_2 + 3x_3 = 1; \\ 2x_1 + 7x_2 - x_3 = 8. \end{cases} \quad 8) \begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 = 1; \\ 8x_1 + 3x_2 - 6x_3 = 2; \\ -4x_1 - x_2 + 3x_3 = -3. \end{cases} \quad 9) \begin{cases} x_1 - 2x_2 + 3x_3 = 6; \\ 2x_1 + 3x_2 - 4x_3 = 20; \\ 3x_1 - 2x_2 - 5x_3 = 6. \end{cases}$$

$$10) \begin{cases} 4x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 8; \\ 2x_1 + 5x_2 - 3x_3 = 11; \\ 5x_1 + 6x_2 - 2x_3 = 13. \end{cases}$$

Задание 7. Вычислить скалярное произведение векторов  $\vec{x}$  и  $\vec{y}$ , если известно, что:

$$\vec{x} = \{b; 3; 1\}, \quad \vec{y} = \{a; 2; 7\}, \quad \text{где}$$

$$1) a = 1, b = -9; \quad 2) a = 2, b = -8;$$

$$3) a = 3, b = -7; \quad 4) a = 4, b = -6;$$

$$5) a = -1, b = 9; \quad 6) a = -2, b = 8;$$

$$7) a = -3, b = 7; \quad 8) a = -4, b = 6;$$

$$9) a = 5, b = -5; \quad 10) a = -5, b = 5.$$

Задание 8. Найти угол между векторами  $\vec{x}$  и  $\vec{y}$ , если известно, что:

$$\vec{x} = \{a; -1; 2\}, \vec{y} = \{-1; 5; b\}, \text{ где}$$

$$1) a = 1, b = -9; \quad 2) a = 2, b = -8;$$

$$3) a = 3, b = -7; \quad 4) a = 4, b = -6;$$

$$5) a = -1, b = 9; \quad 6) a = -2, b = 8;$$

$$7) a = -3, b = 7; \quad 8) a = -4, b = 6;$$

$$9) a = 5, b = -5; \quad 10) a = -5, b = 5.$$

Задание 9. Найти скалярное произведение векторов  $\vec{x}$  и  $\vec{y}$ , если известно, что:

$$1) \vec{x} = 3\vec{a} - 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = 5\vec{a} + 6\vec{b}, |\vec{a}| = 4, |\vec{b}| = 4, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{3};$$

$$2) \vec{x} = 3\vec{a} - 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = 5\vec{a} + 6\vec{b}, |\vec{a}| = 5, |\vec{b}| = 3, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{4};$$

$$3) \vec{x} = \vec{a} + 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = -3\vec{a} - 5\vec{b}, |\vec{a}| = 5, |\vec{b}| = 3, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{3};$$

$$4) \vec{x} = \vec{a} + 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = -3\vec{a} - 5\vec{b}, |\vec{a}| = 4, |\vec{b}| = 2, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{4};$$

$$5) \vec{x} = \vec{a} - 3\vec{b} \text{ и } \vec{y} = 3\vec{a} + \vec{b}, |\vec{a}| = 4, |\vec{b}| = 7, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{3};$$

$$6) \vec{x} = -\vec{a} - \vec{b} \text{ и } \vec{y} = 5\vec{a} - 6\vec{b}, |\vec{a}| = 3, |\vec{b}| = 8, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{4};$$

$$7) \vec{x} = -\vec{a} + 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = -5\vec{a} + \vec{b}, |\vec{a}| = 4, |\vec{b}| = 1, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{3};$$

$$8) \vec{x} = -2\vec{a} + 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = 2\vec{a} - 6\vec{b}, |\vec{a}| = 5, |\vec{b}| = 2, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{4};$$

$$9) \vec{x} = -3\vec{a} + 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = -5\vec{a} + 6\vec{b}, |\vec{a}| = 9, |\vec{b}| = 1, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{3};$$

$$10) \vec{x} = 3\vec{a} + 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = -5\vec{a} - 6\vec{b}, |\vec{a}| = 1, |\vec{b}| = 7, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{4}.$$

**Задание 10.** Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{x}$  и  $\vec{y}$ , если известно, что:

1)  $\vec{x} = 3\vec{a} - 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = 5\vec{a} + 6\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 4$ ,  $|\vec{b}| = 4$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{3}$ ;

2)  $\vec{x} = 3\vec{a} - 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = 5\vec{a} + 6\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 5$ ,  $|\vec{b}| = 3$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{4}$ ;

3)  $\vec{x} = \vec{a} + 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = -3\vec{a} - 5\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 5$ ,  $|\vec{b}| = 3$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{3}$ ;

4)  $\vec{x} = \vec{a} + 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = -3\vec{a} - 5\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 4$ ,  $|\vec{b}| = 2$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{4}$ ;

5)  $\vec{x} = \vec{a} - 3\vec{b}$  и  $\vec{y} = 3\vec{a} + \vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 4$ ,  $|\vec{b}| = 7$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{3}$ ;

6)  $\vec{x} = -\vec{a} - \vec{b}$  и  $\vec{y} = 5\vec{a} - 6\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 3$ ,  $|\vec{b}| = 8$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{4}$ ;

7)  $\vec{x} = -\vec{a} + 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = -5\vec{a} + \vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 4$ ,  $|\vec{b}| = 1$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{3}$ ;

8)  $\vec{x} = -2\vec{a} + 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = 2\vec{a} - 6\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 5$ ,  $|\vec{b}| = 2$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{4}$ ;

9)  $\vec{x} = -3\vec{a} + 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = -5\vec{a} + 6\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 9$ ,  $|\vec{b}| = 1$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{3}$ ;

10)  $\vec{x} = 3\vec{a} + 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = -5\vec{a} - 6\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 1$ ,  $|\vec{b}| = 7$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{4}$ .

**Задание 11.** Вычислить площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{x}$  и  $\vec{y}$ , если известно, что:

$$\vec{x} = \{b; 3; 1\}, \vec{y} = \{a; 2; 7\}, \text{ где}$$

1)  $a = 1, b = -9$ ;      2)  $a = 2, b = -8$ ;

3)  $a = 3, b = -7$ ;      4)  $a = 4, b = -6$ ;

5)  $a = -1, b = 9$ ;      6)  $a = -2, b = 8$ ;

7)  $a = -3, b = 7$ ;      8)  $a = -4, b = 6$ ;

9)  $a = 5, b = -5$ ;      10)  $a = -5, b = 5$ .

Задание 12. Вычислить площадь треугольника, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , если известно, что:

$$1) |\vec{a}| = 1, |\vec{b}| = 4, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{6};$$

$$2) |\vec{a}| = 2, |\vec{b}| = 6, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{4};$$

$$3) |\vec{a}| = 5, |\vec{b}| = 2, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3};$$

$$4) |\vec{a}| = 7, |\vec{b}| = 6, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{6};$$

$$5) |\vec{a}| = 3, |\vec{b}| = 8, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{4};$$

$$6) |\vec{a}| = 10, |\vec{b}| = 3, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3};$$

$$7) |\vec{a}| = 7, |\vec{b}| = 3, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{6};$$

$$8) |\vec{a}| = 4, |\vec{b}| = 3, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{4};$$

$$9) |\vec{a}| = 9, |\vec{b}| = 1, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3};$$

$$10) |\vec{a}| = 6, |\vec{b}| = 8, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{6}.$$

Задание 13. Найти объем параллелепипеда, построенного на векторах  $\vec{x}$ ,  $\vec{y}$  и  $\vec{z}$ , если известно, что:

$$\vec{x} = \{a; 5; 1\}, \vec{y} = \{1; b; -7\}, \vec{z} = \{2; -5; a+b\}, \text{ где}$$

$$1) a = 1, b = -9; \quad 2) a = 2, b = -8;$$

$$3) a = 3, b = -7; \quad 4) a = 4, b = -6;$$

$$5) a = -1, b = 9; \quad 6) a = -2, b = 8;$$

$$7) a = -3, b = 7; \quad 8) a = -4, b = 6;$$

$$9) a = 5, b = -5; \quad 10) a = -5, b = 5.$$

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная литература*

1. *Богомолов Н. В., Самойленко П. И.* Математика: учебник для студентов образовательных учреждений СПО, 5-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2016. 398 с.: ил.

### *Дополнительная литература*

2. *Богомолов Н. В., Самойленко П. И.* Математика: учеб. для ссузов, 7-е изд., стереот. М.: Дрофа, 2010. 395 с.

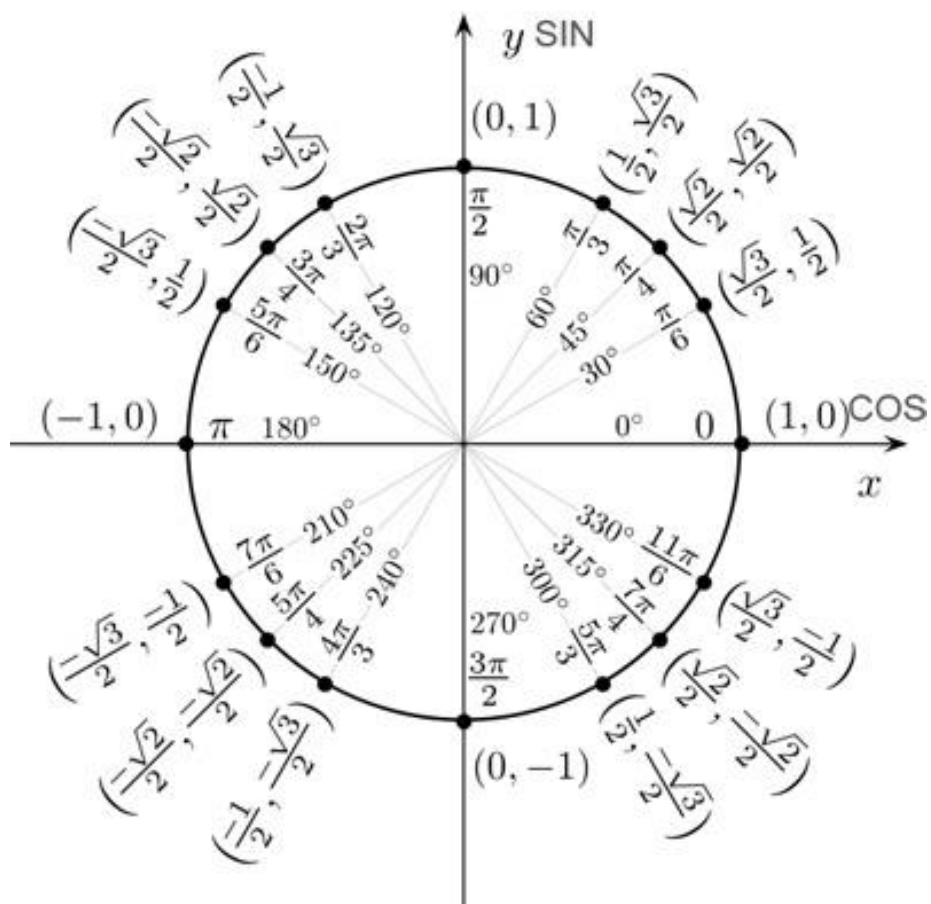
3. *Богомолов Н. В., Сергиенко Л. Ю.* Сборник дидактических заданий по математике: учеб. пособие для ссузов, 4-е изд., стереот. М.: Дрофа, 2010. 236 с.

4. *Богомолов Н. В.* Сборник задач по математике: учеб. пособие для ссузов, 6-е изд., стереот. М.: Дрофа, 2012. 204 с.

5. *Омельченко В. П., Курбатова Э. В.* Математика: учеб. пособие, изд. 6-е, стереот. Ростов-на-Дону: Феникс, 2012. 380 с.



Значения косинуса и синуса на окружности



$\alpha$	$0^\circ$ (0 рад)	$30^\circ$ ( $\pi/6$ )	$45^\circ$ ( $\pi/4$ )	$60^\circ$ ( $\pi/3$ )	$90^\circ$ ( $\pi/2$ )	$180^\circ$ ( $\pi$ )	$270^\circ$ ( $3\pi/2$ )	$360^\circ$ ( $2\pi$ )
$\sin \alpha$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	0	-1	0
$\cos \alpha$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0	1
$\operatorname{tg} \alpha$	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	Не сущ.	0	Не сущ.	0
$\operatorname{ctg} \alpha$	Не сущ.	$\sqrt{3}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	0	Не сущ.	0	Не сущ.

Учебное издание

ИСЛАМГАЛИЕВ Дмитрий Владимирович

ПЯТКОВА Вера Борисовна

## ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

Часть 1

*Учебно-методическое пособие*  
по разделу дисциплины «Математика»  
для студентов очного обучения  
*среднего профессионального образования*  
специальности 20.02.04 – «Пожарная безопасность»

Электронное издание  
Текст (визуализированный): непосредственный

Редактор изд-ва *В. В. Баклаева*  
Компьютерная верстка *авторов*

Подписано к использованию *04.10.2022 г.*  
Объем данных 1,49 Мб  
Держатель документа: научная библиотека УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**СГЦ.07 ПСИХОЛОГИЯ ОБЩЕНИЯ**

Специальность

***20.02.04 Пожарная безопасность***

Направленность

***Противопожарная профилактика***

программа подготовки специалистов среднего звена


на базе основного общего образования

Одобрена на заседании кафедры

Управление персоналом

*(название кафедры)*

Зав. кафедрой

  
*(подпись)*

Абрамов С.М.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 01.09.2022


*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета

*(название факультета)*

Председатель

  
*(подпись)*

Колчина Н.В.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 12.09.2022

*(Дата)*

Екатеринбург

Автор: Зотеева Н.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	5
ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ	6
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ	7
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ	8
ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ	12
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	15

## ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – лекционные, практические занятия;
2. внеаудиторная самостоятельная работа – дополнение лекционных материалов, подготовка к практическим занятиям, подготовка к участию в деловых играх и дискуссиях, выполнение письменных домашних заданий, Контрольных работ (рефератов и т.п.) и курсовых работ (проектов), докладов и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*Психология общения*» обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать формы документов, правила их оформления, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом по данному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*Психология общения*» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. подготовка к выполнению практической работы);
- подготовка к тестированию;
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

### **дисциплина «Психология общения»**

#### **Тема 1. Психологическая характеристика деятельности и общения**

Общение как обмен информацией.  
Речь и ее функции.  
Виды речевой деятельности.  
Общение как взаимодействие.  
Стили поведения во взаимодействии

#### **Тема 2. Общение как обмен информацией**

Общение как восприятие людьми друг друга.  
Механизмы и феномены восприятия человека человеком.  
Визуальные средства общения.  
Акустические средства общения.  
Тактильные средства общения.

#### **Тема 3. Межличностное восприятие и взаимодействие**

Техника активного слушания.  
Барьеры общения.  
Формирование первого впечатления.  
Технология эффективного установления контакта.  
Трансактный анализ общения.

#### **Тема 4. Психология делового общения**

1. Что называется ролью?
2. В чем состоит успешность общения?
3. Что мы называем беседой?
4. Какие бывают беседы?
5. Что такое интерес?
6. Сколько тем обычно бывает излюбленными?
7. Перечислите структуру беседы
8. Перечислите принципы ведения деловой беседы.
9. Каковы основные функции деловой беседы?
10. Что значит «отработать ход» беседы?
11. На какие вопросы нужно подготовить ответы перед деловой беседой?
12. Что влияет на успех деловой беседы?
13. Каковы особенности делового телефонного разговора?



## ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

**АВТОРИТАРНОСТЬ** (от лат. — влияние, власть) — социально-психологическая характеристика личности, отражающая ее стремление максимально подчинить своему влиянию партнеров по взаимодействию и общению.

**АВТОРИТЕТ** (от лат. влияние, власть) - 1) влияние индивида, основанное на занимаемом им положении, должности, статусе и т. д.; 2) признание за индивидом права на принятие ответственного решения в условиях совместной деятельности.

**АГРЕССИЯ** (от лат. — нападать) — индивидуальное или коллективное поведение, действие, направленное на нанесение физического или психологического вреда, ущерба либо на уничтожение другого человека или группы людей.

**АКТИВНОСТЬ ЛИЧНОСТИ** — способность человека производить общественно значимые преобразования в мире на основе присвоения богатств материальной и духовной культуры, проявляющаяся в творчестве, волевых актах, общении; интегральная характеристика А. л. — активная жизненная позиция человека, выражающаяся в его идейной принципиальности, последовательности в отстаивании своих взглядов, единстве слова и дела.

**АЛЬТРУИЗМ** (от лат. — другой) — система ценностных ориентации личности, при которой центральным мотивом и критерием нравственной оценки являются интересы другого человека или социальной общности.

**АФФИЛИАЦИЯ** (от англ. — присоединять, присоединяться) — стремление человека быть в обществе других людей.

**БАРЬЕР СМЫСЛОВОЙ** (от франц. — преграда, препятствие) — взаимонепонимание между людьми, являющееся следствием того, что одно и то же явление имеет для них разный смысл.

**БАРЬЕР СМЫСЛОВОЙ** (от франц. — преграда, препятствие) — взаимонепонимание между людьми, являющееся следствием того, что одно и то же явление имеет для них разный смысл.

**БАРЬЕРЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ** — психическое состояние, проявляющееся в неадекватной пассивности субъекта, что препятствует выполнению им тех или иных действий.

**ВЕРБАЛЬНЫЙ** (от лат. — словесный) — термин, применяемый в психологии для обозначения форм знакового материала, а также процессов оперирования с этим материалом.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ** (в психологии) — процесс непосредственного или опосредованного воздействия объектов (субъектов) друг на друга, порождающих взаимную обусловленность и связь.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖЛИЧНОСТНОЕ** — 1) в широком смысле — случайный или преднамеренный, частный или публичный, длительный или кратковременный, вербальный или невербальный личностный контакт двух или более человек, имеющий (следствием взаимные изменения их поведения, деятельности, отношений, установок; 2) в узком смысле — система взаимно обусловленных индивидуальных действий, связанных циклической причинной зависимостью, при которой поведение каждого из участников выступает одновременно и стимулом, и реакцией на поведение остальных.

**ВЛИЯНИЕ** (в психологии) — процесс и результат изменения индивидом поведения другого человека, его установок, намерений, представлений, оценок и т. п. в ходе взаимодействия с ним.

**ВНУШАЕМОСТЬ** — степень восприимчивости к внушению, определяемая субъективной готовностью подвергнуться и подчиниться внушающему воздействию.

**ВЫТЕСНЕНИЕ** — один из видов «психологической защиты», представляющий собой процесс, в результате которого неприемлемые для индивида мысли, воспоминания, переживания «изгоняются» из сознания и переводятся в сферу бессознательного, тем не

менее они продолжают оказывать влияние на поведение индивида и переживаются им в форме тревоги, страха и т. п.

**ДИСТАНЦИЯ СОЦИАЛЬНАЯ** — степень близости или отчуждения классов, социальных групп и лиц по их положению в обществе.

**ДРУЖБА** — вид устойчивых, индивидуально-избирательных межличностных отношений, характеризующийся взаимной привязанностью их участников, усилением процессов аффилиации, взаимными ожиданиями ответных чувств и предпочтительности.

**ЗАМЕЩЕНИЕ** — защитный механизм, имеющий две различные формы проявления. В психоанализе выделены защита путем замещения объекта и защита путем замещения потребности.

**ЗАРАЖЕНИЕ** (в социальной психологии) — процесс передачи эмоционального состояния от одного индивида другому на психофизиологическом уровне контакта помимо собственно смыслового воздействия или дополнительно к нему.

**ЗНАЧЕНИЕ** — обобщенная форма отражения субъектом общественно-исторического опыта, приобретенного в процессе совместной деятельности и общения и существующего в виде понятий, опредмеченных в схемах действия, социальных ролях, нормах и ценностях.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ** - психологический процесс отождествления индивидом себя с другим человеком, группой, коллективом, помогающий ему успешно овладевать различными видами социальной деятельности, усваивать и преобразовывать социальные нормы и ценности, принимать социальные роли.

**ИМИДЖ** — сложившийся в массовом сознании и имеющий характер стереотипа, эмоционально окрашенный образ кого-либо или чего-либо.

**КАНАЛ КОММУНИКАЦИИ** — способ, которым передается сообщение лицом к лицу, письменно, на киноплёнке или каким-либо другим образом.

**КОММУНИКАЦИЯ** — смысловой аспект социального взаимодействия.

**КОНТРОЛЬ СОЦИАЛЬНЫЙ** — механизм саморегуляции в социальных системах {группах, коллективах, организациях, обществе в целом), осуществляющий ее посредством нормативного (морального, правового, административного и т. д.) регулирования поведения людей.

**КОНФЛИКТ** (от лат. — столкновение) — столкновение противоположно направленных целей, интересов, позиций, мнений, взглядов оппонентов или субъектов взаимодействия.

**КОНФЛИКТНАЯ СИТУАЦИЯ** — предельный случай обострения противоречия в коллективе.

**КОНФОРМНОСТЬ** — психологическая характеристика поведения человека, выражающаяся в его податливости «давлению» группы, т. е. в ситуации конфликта между своим мнением и мнением группы он формирует мнение, совпадающее с мнением большинства.

**КУЛЬТУРА** — освоение, гуманизация, облагораживание человеком природы, совершенствование всего того, что человек находит естественно данным, стихийно возникшим в природе, обществе и себе самом; все созданное руками и разумом человека.

**ЛИЧНОСТНЫЙ СМЫСЛ** — индивидуализированное отражение действительного отношения личности к тем объектам, ради которых разворачивается ее деятельность, осознаваемое как «значение-для-меня» усваиваемых субъектом безличных знаний о мире, включающих понятия, умения, действия и поступки, совершаемые людьми, социальные нормы, роли, ценности и идеалы.

**НОРМЫ ГРУППОВЫЕ** (от лат. — руководящее начало, точное предписание, образец) — совокупность правил и требований, вырабатываемых каждой реально функционирующей общностью и играющих роль важнейшего средства регуляции поведения членов данной группы, характера их взаимоотношений, взаимодействия и общения.

**ОТКЛОНЯЮЩЕЕСЯ ПОВЕДЕНИЕ** — форма дезорганизации поведения индивида в группе или категории лиц (нарушителей и правонарушителей) в обществе, обнаруживающая несоответствие сложившимся ожиданиям, моральным и правовым требованиям общества.

**ПРОСТРАНСТВО СОЦИАЛЬНОЕ** — социально освоенная часть природного пространства как среды обитания людей, пространственно-территориальный аспект жизнедеятельности общества и предметного мира человека, характеристика социальной структуры общества с точки зрения «расположения» социальных групп и слоев, «пространства» (условий, возможностей) их развития.

**РЕФЛЕКСИЯ** — процесс самопознания субъектом внутренних психических актов и состояний.

**РЕЧЬ** — исторически сложившаяся в процессе материальной преобразующей деятельности людей форма общения посредством языка.

**РЕЧЬ ВНУТРЕННЯЯ** — различные виды использования языка (точнее языковых значений) вне процесса реальной коммуникации.

**РЕЧЬ ЖЕСТОВАЯ** — способ межличностного общения людей, лишенных слуха, при помощи системы жестов, характеризующейся своеобразными лексическими и грамматическими закономерностями.

**РЕЧЬ ПИСЬМЕННАЯ** — вербальное (словесное) общение при помощи письменных текстов.

**РЕЧЬ УСТНАЯ** — вербальное (словесное) общение при помощи языковых средств, воспринимаемых на слух.

**РЕЧЬ ЭГОЦЕНТРИЧЕСКАЯ** — речь, обращенная к самому себе, регулирующая и контролирующая практическую деятельность ребенка.

**РОЛЬ** (в социальной психологии) — социальная функция личности; соответствующий принятым нормам способ поведения людей в зависимости от их статуса или позиции в обществе, в системе межличностных отношений.

**САНКЦИИ СОЦИАЛЬНЫЕ** — оперативные средства социального контроля, выполняющие функции интеграции общества, социальной группы, социализации их членов и применяемые к последним за конкретные социальные действия.

**СИМВОЛ** (от греч. — условный знак) — образ, являющийся представителем других (как правило, весьма своеобразных) образов, содержаний, отношений.

**СИМВОЛ СОЦИАЛЬНЫЙ** — знаковообразная структура, представленная в виде знака, предмета, слова, действия или образа.

**СМЫСЛОВОЙ БАРЬЕР** — несовпадение смыслов высказанного требования, просьбы, приказа для партнеров в общении, создающее препятствие для их взаимопонимания и взаимодействия.

**УСТАНОВКА** — готовность, предрасположенность субъекта к действию, возникающая при предвосхищении им появления определенного объекта и обеспечивающая устойчивый, целенаправленный характер протекания деятельности по отношению к данному объекту.

**ЦЕННОСТНЫЕ ОРИЕНТАЦИИ ЛИЧНОСТИ** — разделяемые личностью социальные ценности, выступающие в качестве целей жизни и основных средств достижения этих целей и в силу этого приобретающие функцию важнейших регуляторов социального поведения индивидов.

**ЭМПАТИЯ** — постижение эмоционального состояния, проникновение-вчувствование в переживания другого человека.

**ЯЗЫК** — система знаков, служащая средством человеческого общения, мыслительной деятельности, способом выражения самосознания личности, передачи и хранения информации.

## САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

- составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;
- перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамки официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);
- определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;
- при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;
- все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);
- если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;
- следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьезный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить

специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис – это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта – основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование – наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

## ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Практические работы выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практическими работами понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практических работ – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практических работ:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практических работ от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;
- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;
- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практические работы имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;
2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;
3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практических работ следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практической работы необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практической работы включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практическая работа выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практической работы может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.



## ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

## ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Психология общения*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Психология общения*». Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание. Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**Методические указания по организации самостоятельной работы и задания по дисциплине СОО.01.01 «РУССКИЙ ЯЗЫК» для обучающихся по специальности 20.02.04 «Пожарная безопасность»**

программа подготовки специалистов среднего звена

Автор: Великжанина Н.А.

Одобрена на заседании кафедры  
Иностранных языков и деловой  
коммуникации (ИЯДК)

*(название кафедры)*

Зав.кафедрой

Юсупова Л.Г.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол №1 от 06.09.2022

*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией  
Факультета геологии и геофизики

*(название факультета)*

Председатель

Бондарев В.И.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 13.09.2022

*(Дата)*

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

Перечень тем внеаудиторной самостоятельной работы	3
Задания для самостоятельного выполнения по каждой теме	4
Подготовка к другой форме контроля	4
Подготовка к экзамену	5
Критерии оценивания	5
Список литературы	6

## Перечень тем внеаудиторной самостоятельной работы

Для студентов очной формы обучения

№	Тема, раздел	Объем часов на самостоятельную работу	Наименование оценочного средства
1.	Орфография. Цели и задачи курса. Язык и его составляющие. Фонетический принцип русской орфографии. Позиционные изменения звуков. Правописание безударных гласных в корне	18	Опрос практико-ориентир. задание
	Подготовка к другой форме контроля	2	Другая форма контроля
2.	Синтаксис и пунктуация. Словосочетание как основная единица синтаксиса. Понятие словосочетания. Типы словосочетаний. Простое предложение. Типы простых предложений.	20	Практико-ориентированное задание
	Подготовка к экзамену	3	экзамен
	<b>Всего:</b>	<b>43</b>	

### Задания для самостоятельного выполнения по каждой теме

Тема 1:

#### Орфография

Форма проведения: опрос, практико-ориентированные задания

Знать:

- язык и его составляющие.
- фонетический принцип русской орфографии
- позиционные изменения звуков.
- морфемный принцип орфографии.

Примерные задания по теме: правописание безударных гласных в корне слова. Разделительные Ъ и Ь знаки. Морфемный принцип орфографии. Понятие морфемы. Способы словообразования. Чередующиеся гласные в корне слова. Правописание приставок О –Е после шипящих. Морфологический принцип орфографии. Правописание Н и НН в разных частях речи. НЕ с разными частями речи. Мягкий знак после шипящих. Особенности служебных частей речи. Производные предлоги.

Тема 2

:Синтаксис и пунктуация

Форма проведения: опрос, практико-ориентированное задание

Знать:

- типы простых предложений
- основные принципы русской пунктуации,
- виды и типы словосочетаний

Примерные задания по теме: словосочетание как основная единица синтаксиса. Понятие словосочетания. Типы словосочетаний. Простое предложение. Типы простых предложений. Простое предложение с обособленным определением Простое предложение с обособленным обстоятельством. Тире между подлежащим и сказуемым в простом предложении Понятие о сложном предложении. Типы сложных предложений. Знаки препинания в сложном предложении. Вводные слова и предложения.

## **Подготовка к другой форме контроля**

**Другая форма контроля включает в себя:**

- письменное выполнение заданий на точное понимание предложенного вопроса (количество вопросов в работе – 1);
- выполнение практико-ориентированного задания по изученной теме (количество заданий –1).

Для выполнения письменных заданий, предложенных к текстам, необходимо внимательно прочитать текст и понять его содержание. Ответы на поставленные вопросы должны быть оформлены в письменном виде, должны быть точными, соответствовать содержанию прочитанного текста. Любые ошибки могут служить поводом для снижения оценки. Рекомендуемое время, отводимое для чтения текста и выполнения письменных заданий к нему – 60 минут.

При выполнении предложенных тестовых заданий, следует внимательно прочитать каждый из поставленных вопросов и предлагаемые варианты ответа. В качестве ответа надлежит выбрать один индекс, соответствующий правильному ответу. Тестовые задания составлены таким образом, что в каждом из них правильным является лишь один из предложенных вариантов ответа. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 15 минут.

## **Подготовка к экзамену**

Экзамен включает в себя:

1. Письменное выполнение заданий на точное понимание поставленных вопросов (количество вопросов в работе – 1);
2. лексико-грамматический тест (количество заданий –10).

Ответы на письменные задания должны быть точными, соответствующими содержанию текста, грамматически, лексически и синтаксически правильно оформленными. Ответ, представляющий бессвязный набор слов рассматривается как неверный. Наличие в ответах любой грубой ошибки является основанием для снижения оценки. Оценка за письменный зачет может быть снижена за небрежное оформление работы (недопустимые сокращения, зачеркивания, неразборчивый почерк). Рекомендуемое время, отводимое для чтения текста и выполнения письменных заданий к нему – 60 минут.

Прежде чем приступить к выполнению тестовых заданий обучающийся должен внимательно ознакомиться со всеми предложенными вопросами. Далее, в соответствии с инструкцией к тестовым заданиям, студент должен ответить на поставленные вопросы: выбрать один или несколько ответов из предложенного списка, установить соответствие элементов двух списков, расположить элементы списка в определенной последовательности, самостоятельно сформулировать ответ и т.д. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 15 минут.

## **Критерии оценивания**

### **Опрос**

Критерии оценивания:

- правильность ответа на вопросы;
- всесторонность и глубина ответа (полнота);
- лексически верное оформление ответ,
- грамматически верное оформление ответа;
- логически верное оформление ответа.

Каждый показатель – 1 балл.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» 5 баллов (90-100%);
- оценка «хорошо» 4 балла (70-89%);
- оценка «удовлетворительно» 3 балла (50-69%);
- оценка «неудовлетворительно» 0-2 балла (0-49%).

### Практико-ориентированные задания

Критерии оценивания:

- логичность изложения материала (1-2 балла),
  - решение коммуникативной задачи (1 балл),
  - соответствие словарного запаса поставленной коммуникативной задаче (1 балл), --
- использование разнообразных грамматических конструкций в соответствии с поставленной задачей (1 балл).

Критерии оценки:

- 4-5 баллов (90-100%) - оценка «отлично»
- 3 балла (70-89%) - оценка «хорошо»
- 2 балла (50-69%) - оценка «удовлетворительно»
- 0-1 балл (0-49%) - оценка «неудовлетворительно»

### Другая форма контроля

Критерии оценивания: правильность ответа – 1 балл. Количество баллов за другую форму контроля складывается из суммы баллов за каждое задание (теоретический вопрос для зачета и практико-ориентированное задание).

Критерии оценки:

- оценка «отлично», если дано 20 – 22 правильных ответа (20-22 балла, 90-100%);
- оценка «хорошо», если дано 16 – 19 верных ответов (16 – 19 баллов, 70-89%);
- оценка «удовлетворительно», если дано 11 – 15 верных ответов (11 – 15 баллов, 50-69%);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если дано 0-10 правильных ответов (0 – 10 баллов, 0 – 49%).

### Экзамен

Критерии оценивания: правильность ответа - 1 балл.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» 36-40 балла (90-100%)
- оценка «хорошо» 28-35 баллов (70-89%)
- оценка «удовлетворительно» 20-27 баллов (50-69%)
- оценка «неудовлетворительно» 0-19 баллов (0-49%)

### Список литературы

#### 8.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Количество экземпляров.
1	Репетитор по русскому языку. Орфография. Пунктуация. Культура речи. Учебное пособие. / В.И.Миняева; Уральский государственный горный университет, - 5-е изд., испр. и доп.- Екатеринбург: УГГУ, 2007.-239 с.	20

2	Грамматическая правильность русской речи: стилистический словарь вариантов. Л.К.Граудина, В.А.Цукович, М.П.Карпинская, 3-е изд., стереотип. – Москва: Астрель, 2004.- 355 с.	1
3	Рыбченкова Л.М., Александрова О.М., Нарушевич А.Г. и др. Русский язык (базовый уровень) 10 - 11 АО "Издательство "Просвещение" <a href="http://www.mnemozina.ru/katalog-knig/osnovnoe-obshchee-obrazovanie/russkij-yazyk/detail.php?ID">http://www.mnemozina.ru/katalog-knig/osnovnoe-obshchee-obrazovanie/russkij-yazyk/detail.php?ID</a> ,	Электронный ресурс

## 8.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Количество экземпляров
1	Баранов М.Т. и др. Русский язык. Справочные материалы. Учебное пособие, М.: «Просвещение», 2004.- 283..:	2
2	Ефимов С.Е. Основы русского языка. Свободное понимание: учебное пособие/С.Е.Ефимов.- Москва: Риор, Москва: ИНФРА-М., 2016 – 416 с.	2
3	Михайлова С.Ю. Орфография в заданиях и ответах. Орфограммы в корне слова. Н и НН в разных частях речи [Электронный ресурс] Михайлова С.Ю., Михайлова Н.Е.- Электрон. текстовые данные.- М.: Мир и Образование, 2013.- 112с.- Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14571.html">http://www.iprbookshop.ru/14571.html</a> .- ЭБС «iprbooks»	Электронный ресурс
4	Михайлова С.Ю. Орфография в заданиях и ответах. Орфограммы в приставках. Орфограммы в суффиксах. Орфограммы в окончаниях. [Электронный ресурс] Михайлова С.Ю., Михайлова Н.Е.- Электрон. текстовые данные.- М.: Мир и образование, 2013.- 96 с.- Режим доступа <a href="http://iprbookshop.ru/14572.html">http://iprbookshop.ru/14572.html</a> .- ЭБС «iprbooks».	Электронный ресурс



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**Методические указания по организации самостоятельной работы и задания по дисциплине СОО.01.02 «ЛИТЕРАТУРА» для обучающихся по специальности 20.02.04«Пожарная безопасность»**

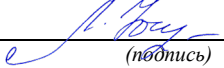
программа подготовки специалистов среднего звена

Автор: Великжанина Н.А.

Одобрена на заседании кафедры  
Иностранных языков и деловой  
коммуникации (ИЯДК)

*(название кафедры)*

Зав.кафедрой

  
*(подпись)*

Юсупова Л.Г.

*(Фамилия И.О.)*

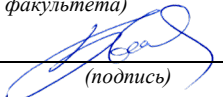
Протокол №1 от 06.09.2022

*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией  
Факультета геологии и геофизики

*(название факультета)*

Председатель

  
*(подпись)*

Бондарев В.И.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 13.09.2022

*(Дата)*

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

1.Перечень тем внеаудиторной самостоятельной работы	3
2.Задания для самостоятельного выполнения по каждой теме	4
3.Подготовка к другой форме контроля	7
4.Подготовка к дифференцированному зачету	7
5.Критерии оценивания	7
6.Список литературы	10

## Перечень тем внеаудиторной самостоятельной работы

Для студентов очной формы обучения

№	Тема, раздел	Объем часов на самостоятельную работу	Наименование оценочного средства
1.	Основы теории литературы	7	опрос
2.	<u>Литература 2 половины 19 века.</u>	14	Практико-ориентированное задание. Индивидуальный проект
	Подготовка к другой форме контроля	2	Другая форма контроля
3.	Литература 20 века	1	Практико-ориентированное задание Индивидуальный проект
	Подготовка к дифференцированному зачету	4	Дифференцированный зачет
	<b>Всего:</b>	<b>43</b>	

### Задания для самостоятельного выполнения по каждой теме

#### Тема 1:

#### Основы теории литературы .

Роды и жанры литературы. Литературные направления. Общая характеристика русской Литературы и культуры второй половины 19 века . Культурно-историческое развитие России.

Форма проведения: опрос

#### **Знать:**

- значение новых литературоведческих терминов, связанных с тематикой данного этапа обучения;
- особенности историко-литературного процесса, отражающие особенности культуры страны;

Необходимо осветить следующие вопросы:

- что такое РОМАНТИЗМ? Примеры в русской литературе;
- назовите жанры лирики по содержанию (основные темы стихотворений);
- что такое КЛАССИЦИЗМ? Примеры в русской литературе;
- основные жанры сентиментализма;
- что такое СЕНТИМЕНТАЛИЗМ? Примеры в русской литературе;
- основные жанры классицизма;
- что такое РОМАНТИЗМ? Сравните романтизм с предшествующими направлениями;
- драматические жанры. Сравните трагедию и комедию;
- сравните жанры романа и повести.
- сравните КЛАССИЦИЗМ и СЕНТИМЕНТАЛИЗМ.

- эпические стихотворные жанры.
- эпические прозаические жанры.
- лирика как род литературы;
- драма как род литературы;
- эпос – лирика – драма в сравнении.

## **Тема 2:**

### **Литература 2 половины 19 века.**

Форма проведения:

практико-ориентированное задание

#### ***Знать :***

- общественно-исторические процессы, отражающие особенности развития культуры страны;
- содержание и значение изученных литературных произведений;
- проблематику и особенности художественных произведений этого периода.

Примерные задания по теме:

-рассказать о жизненном и творческом пути И.С.Тургенева;

.-каково своеобразие рассказов из сборника «Записки охотника».

-роман«Отцы и дети",художественные особенности ,система образов

.-пьеса Островского «Гроза», особенности развития конфликта .Представители «темного царства» в пьесе .

-своеобразие жанра и проблематика романа «Преступление и наказание».Образ главного героя. Теория Раскольниковова.

-духовные искания Л.Н.Толстого. Отражение правды жизни в «Севастопольских рассказах». Жанровое своеобразие ,особенности композиции и проблематика романа «Война и мир». «Любимые и нелюбимые» герои Толстого

-художественные особенности коротких рассказов Чехова. Драматургия. Пьеса «Вишневый сад». –

-философская лирика Ф.И.Тютчева.

-поэзия А.А.Фета как выражение идеала и красоты.

## **Тема 3:**

### **Литература 20 века.**

Форма проведения: практико-ориентированное задание

#### ***Знать:***

- общественно-исторические процессы, отражающие особенности развития культуры страны;

- содержание и значение изученных литературных произведений;

-проблематику и особенности художественных произведений этого периода.

Примерные задания по теме:

-каково историческое развитие России 20 века. Особенности культурно-исторического развития и литературные процессы России начала 20 века.

-А.М.Горький. Ранние романтические произведения. Правда жизни в рассказах Горького. Пьеса «На дне», особенности развития конфликта .

-новаторство в литературе начала века. Литературные течения.

-поэты серебряного века.

-особенности творчества А.А.Блока. Поэма «Двенадцать», социальные противоречия в поэме

-особенности ранней лирики поэзии В.В.Маяковского. Сатирические произведения.

-творчество С.А.Есенина .Поэтизация русской природы, русской деревни. Тема Родины.

-тема судьбы в поэзии М. Цветаевой.

-особенности лирики А.А.Ахматовой. Поэма «Реквием».

-М.Булгаков «Мастер и Маргарита» ,своеобразие романа

**Темы индивидуальных проектов:**

1.Судьба русского писателя 20 века

Тяжелая судьба выпала на долю русских писателей 20 века: революция, гражданская война, годы утверждения Советской власти, период сталинского тоталитаризма. Отечественная война .. Соотнесите фамилии писателей и факты их биографии:

1. Н. Гумилев, О. Мандельштам, И. Бабель

2. М. Булгаков, А. Платонов, М. Цветаева, А. Ахматова, М. Зощенко

3. И. Бунин, Л. Андреев, К Бальмонт, А. Куприн, И. Бродский, И. Северянин

а) расстреляны

б) подверглись «нравственной экзекуции»

в) эмигрировали из России

Конкретная тема на выбор

2. «Деревенская проза». Авторы на выбор – В.Распутин, А.Астафьев, В. Шукшин

3. Писатель и книга: судьбы автора и героев. На выбор:

М.А. Булгаков «Собачье сердце»

М. Шолохов «Тихий Дон»,

А. Ахматова «Реквием»

Б. Пастернак «Доктор Живаго»

А.И. Солженицын «Один день Ивана Денисовича»

В.Г. Распутин «Прощание с Матерой»

А. Вампилов «Старший сын»

Порядок выполнения самостоятельной работы:

1. Выберите тему.

2. Осуществите поиск информации с использованием интернет-ресурсов, библиотечных ресурсов, краеведческих материалов, словарей.

3. Обработайте ее.
4. Подготовьте грамотный, логически законченный рассказ.
5. Подберите иллюстрационный материал к проектам. При подборе иллюстраций используйте метод виртуальной экскурсии.
6. Прорепетируйте свое выступление.

Структура индивидуального проекта.

1. Вступление: должно содержать название, сообщение основной идеи, современную оценку предмета изложения, краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения, акцентирование внимания на важных моментах, оригинальность подхода.

2. Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами.

3. Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели.

4. Список литературы.

### **Подготовка к другой форме контроля**

#### **Другая форма контроля включает в себя:**

- выполнение заданий на точное понимание представленных вопросов (количество вопросов в работе – 2);

- тест по материалам пройденных тем (количество заданий – 10).

Для выполнения предложенных заданий необходимо внимательно прочитать текст и понять его содержание. Ответы на поставленные вопросы должны быть оформлены в письменном виде, точными, соответствовать содержанию прочитанного текста. Любые ошибки могут служить поводом для снижения оценки. Рекомендуемое время, отводимое для чтения текста и выполнения письменных заданий к нему – 60 минут.

При выполнении предложенных тестовых заданий, следует внимательно прочитать каждый из поставленных вопросов и предлагаемые варианты ответа. В качестве ответа надлежит выбрать один индекс, соответствующий правильному ответу. Тестовые задания составлены таким образом, что в каждом из них правильным является лишь один из предложенных вариантов ответа. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 15 минут.

## Подготовка к дифференцированному зачету

Дифференцированный зачет включает в себя:

1. Письменное выполнение заданий на точное понимание содержания прочитанного текста (количество вопросов в работе – 2);
2. литературный тест (количество заданий – 10).

Ответы на письменные задания должны быть точными, соответствующими содержанию текста, грамматически, лексически и синтаксически правильно оформленными. Ответ, представляющий бессвязный набор слов рассматривается как неверный. Наличие в ответах любой грубой ошибки является основанием для снижения оценки. Оценка за письменный зачет может быть снижена за небрежное оформление работы (недопустимые сокращения, зачеркивания, неразборчивый почерк). Рекомендуемое время, отводимое для чтения текста и выполнения письменных заданий к нему – 60 минут.

Прежде чем приступить к выполнению тестовых заданий обучающийся должен внимательно ознакомиться со всеми предложенными вопросами. Далее, в соответствии с инструкцией к тестовым заданиям, студент должен ответить на поставленные вопросы: выбрать один или несколько ответов из предложенного списка, установить соответствие элементов двух списков, расположить элементы списка в определенной последовательности, самостоятельно сформулировать ответ и т.д. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 15 минут.

### Критерии оценивания

#### Опрос

Критерии оценивания:

- правильность ответа на вопросы,
- всесторонность и глубина ответа (полнота),
- лексически верное оформление ответа,
- грамматически верное оформление ответа
- логически верное оформление ответа. Каждый показатель – 1 балл.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» 5 баллов (90-100%);
- оценка «хорошо» 4 балла (70-89%);
- оценка «удовлетворительно» 3 балла (50-69%);
- оценка «неудовлетворительно» 0-2 балла (0-49%).

### Практико-ориентированные задания

Критерии оценивания:

- логичность изложения материала (1-2 балла),
- решение коммуникативной задачи (1 балл),
- соответствие словарного запаса поставленной коммуникативной задаче (1 балл),
- использование разнообразных грамматических конструкций в соответствии с поставленной задачей (1 балл).

Критерии оценки:

- 4-5 баллов (90-100%) - оценка «отлично»
- 3 балла (70-89%) - оценка «хорошо»
- 2 балла (50-69%) - оценка «удовлетворительно»

0-1 балл (0-49%) - оценка «неудовлетворительно»

## **Индивидуальный проект**

*Критерии оценивания:*

текст работы, мультимедийная презентация, выступление на защите проекта.

### **Текст работы**

#### **Содержание и соответствие теме**

Текст работы соответствует заявленной теме; тема раскрыта полностью с привлечением интересных фактов по теме – 3 балла

Текст работы соответствует заявленной теме; тема раскрыта не до конца (недостаточное количество интересных фактов, в основном уже известная информация) – 2 балла

Текст работы соответствует заявленной теме; тема раскрыта слабо (мало информации, неинтересно) – 1 балл

Текст работы не соответствует заявленной теме (при 0 за этот критерий ставится 0 за всю работу)

#### **Структура работы**

Текст работы выстроен логично, присутствует вступление и заключение, список литературы – 2 балла

Текст работы в целом выстроен логично, но отсутствует вступление / заключение и / или список литературы – 1 балл

Текст работы выстроен нелогично, отсутствует вступление и заключение, список литературы – 0 баллов

### **Презентация**

#### **Содержание презентации**

Соблюден требуемый объем презентации; используется разнообразный наглядный материал (фото, картинки, карты, таблицы), на слайдах отсутствует избыточная информация - 2 балла

Соблюден требуемый объем презентации, но недостаточно используется наглядный материал или несколько слайдов содержат избыточную информацию -1 балл

Требуемый объем презентации не соблюден или мало наглядного материала и практически все слайды перегружены информацией - 0 баллов

#### **Визуальное оформление**

Презентация красиво оформлена, хорошо подобран цвет фона и шрифта, размер используемого шрифта удобен для восприятия- 2 балла

Презентация в целом хорошо оформлена, но имеются некоторые недостатки в подборе цвета фона и шрифта и / или размер шрифта на некоторых слайдах труден для восприятия - 1 балл

Презентация скучно оформлена, плохо подобран цвет фона и шрифта и / или используемый на слайдах шрифт неудобен для восприятия – 0 баллов

#### **Лексико-грамматическое оформление, орфография и пунктуация**

В презентации допущено не более двух грамматических / лексических и 3 орфографических / пунктуационных ошибок - 2 балла

В презентации допущено не более четырех грамматических / лексических и 4 орфографических / пунктуационных ошибок - 1 балл



В презентации допущены многочисленные грамматические / лексические и орфографические / пунктуационные ошибки – 0 баллов

### **Выступление**

#### **Представление работы**

Выступающий уложился в отведенное для представления проектной работы время; текст работы рассказывался с опорой на печатный текст - 2 балла

Выступающий уложился в отведенное для представления проектной работы время, однако текст работы по большей части читался с листа, чем рассказывался - 1 балл

Выступающий не уложился в отведенное для представления проектной работы время или текст работы полностью читался с листа – 0 баллов

#### **Лексико-грамматическое оформление речи**

В речи использована разнообразная лексика, понятная аудитории, допущено не более 2-х языковых ошибок, не затрудняющих понимание- 3 балла

В речи использована разнообразная лексика, в целом понятная аудитории, допущено не более 4-х негрубых языковых ошибок-2 балла

В речи использована разнообразная лексика, однако присутствует несколько слов, незнакомых для аудитории, которые затрудняют понимание сказанного, допущено не более 6-ти негрубых языковых ошибок или 2-3 грубых ошибок – 1 балл

Допущены многочисленные языковые ошибки, которые затрудняют понимание сказанного – 0 баллов

#### **Фонетическое оформление речи**

Речь понятна: практически все звуки в потоке речи произносятся правильно - 2 балла

В целом, речь понятна, но присутствуют фонетические ошибки (не более 5) – 1 балл

Речь почти не воспринимается на слух из-за неправильного произношения многих звуков и многочисленных фонематических ошибок – 0 баллов

#### **Ответы на вопросы**

Выступающий четко и грамотно ответил на все заданные аудиторией вопросы - 2 балла

Выступающий в целом справился с ответами на вопросы аудитории – 1 балл

Выступающему не удалось ответить на большинство вопросов аудитории – 0 баллов

Всего –20 баллов

#### *Критерии оценки:*

Оценка «отлично» - индивидуальный проект полностью соответствует предъявляемым требованиям – 18-20 баллов(90-100%).

Оценка «хорошо» - индивидуальный проект в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 14-17 баллов(70-89%).

Оценка «удовлетворительно» - проект частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 10-13 баллов(50-69%).

Оценка «неудовлетворительно» - проект не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 0-9 баллов(0-49%).

### **Другая форма контроля**

#### **Критерии оценивания:**

Правильность ответа – 1 балл.

Количество баллов за другую форму контроля складывается из суммы баллов за каждое задание (2 задания для дифференцированного зачета и 10 тестовых вопросов)

#### **Критерии оценки:**

оценка «отлично», если дано 10 – 12 правильных ответа (10-12 баллов, 90-100%);

оценка «хорошо», если дано 6 – 9 верных ответов (6 – 9 баллов, 70-89%);  
 оценка «удовлетворительно», если дано 1 – 5 верных ответов (1 – 5 баллов, 50-69%);  
 оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если дано 0-1 правильных ответов (0 – 1 балл, 0 – 49%).

### Дифференцированный зачет

Критерии оценивания: правильность ответа - 1 балл.

Критерии оценки:

оценка «отлично» 10-12 баллов (90-100%)

оценка «хорошо» 6-9 баллов (70-89%)

оценка «удовлетворительно» 1-5 баллов (50-69%)

оценка «неудовлетворительно» 0-1 балл (0-49%)

### Список литературы Основная литература

п/п	Наименование	Количество экземпляров.
	Русская литература XIX века. Учебное пособие для учащихся 10-11 класса общеобразовательных учреждений. В 2 ч. Под ред. Ф.Ф. Кузнецова – М.: Просвещение, 1996.	20
	Все произведения школьной программы в кратком изложении / Авт.-сост. Б.А. Гиленсон-М.: Олимп; ООО «Издательство АСТ-ЛТД», 2001-624 с.	1
	Азарова Н.И. Л.Н. Толстой в жизни и творчестве: учебное пособие для школ, гимназий, лицеев и колледжей/ Азарова Н.И.- Электрон. текстовые данные.- М.: Русское слово, 2014-160 с.- Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/40311.html">http://www.iprbookshop.ru/40311.html</a> ,- ЭБС «iprbooks».	Электронный ресурс

### Дополнительная литература

п/п	Наименование	Количество экземпляров
	От Горького до Солженицына: пособие по литературе для поступающих в вузы / Л.Я. Штейнберг, И.В. Кондаков. Москва: Высшая школа, 1994 – 286 с...:	2
	Все произведения школьной программы в кратком изложении. / Авт.-сост. Б.А. Гиленсон-М.: Олимп; ООО «Издательство АСТ-ЛТД», 2001-624 с. пособие/	2
	Электрон. текстовые данные.- М.: Мир и Образование, 2013.- 112с.- Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14571.html">http://www.iprbookshop.ru/14571.html</a> .- ЭБС «iprbooks»	Электронный ресурс
	Торкунова Т.В., Алиева Н., Бабина О.Б., Черненко О.Б. Готовимся к экзамену по литературе: учебное пособие. Лекции, вопросы и задания. М.: Айрис-пресс, 2003.	Электронный ресурс

**9 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО -  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ  
ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Основы литературоведения. Анализ художественного произведения [Электронный ресурс]/Эсалнек А. Я.-М.: ФЛИНТА, 2017  
[.http://www.studentlibrary.ru/bookISBN9785893494075](http://www.studentlibrary.ru/bookISBN9785893494075)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-методическому  
комплексу

С.А.Упоров

**Методические указания для практических занятий  
по дисциплине СОО.01.03 «Иностранный язык»  
для обучающихся по специальности  
20.02.04 «Пожарная безопасность»**

**Направленность: "Противопожарная профилактика"**

программа подготовки специалистов среднего звена

основного общего образования

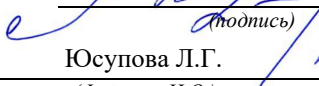
год набора: 2023

Автор: Радионова Т.Ю.

Одобрена на заседании кафедры  
иностранных языков и деловой  
коммуникации (ИЯДК)

(название кафедры)

Зав.кафедрой

  
(подпись)  
Юсупова Л.Г.

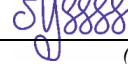
(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 06.09.2022

Рассмотрена методической комиссией  
Горно-технологического факультета

(название факультета)

Председатель

  
(подпись)

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 12.09.2022

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	3
Перечень тем практических занятий	4
Задания для практических занятий по каждой теме	4
Критерии оценивания	6
Список рекомендованной литературы	8
Перечень интернет-ресурсов	9

## **Пояснительная записка**

Методические указания для практических занятий разработаны на основании рабочей программы учебной дисциплины СОО.01.03 «Иностранный язык» для обучающихся по специальности 20.02.04 «Пожарная безопасность». Учебная дисциплина «Иностранный язык» относится к предметной области «Иностранный язык» (базовый уровень) и общеобразовательному циклу программы подготовки специалистов среднего звена. Практические занятия проводятся в объеме 80 часов согласно учебной программе. Методические указания по выполнению практических заданий предназначены для организации работы на практических занятиях по учебной дисциплине «Иностранный язык».

## Перечень тем практических занятий

№	Тема, раздел	Кол-во часов практич. занятий	Наименование оценочного средства
1.	<u>Часть А: Бытовая сфера общения:</u> Приветствие, прощание, знакомство. Я и моя семья. <u>Часть Б: Грамматика:</u> Имя существительное. Образование множественного числа. Артикли. Глагол «быть»	6	опрос
2.	<u>Часть А: Бытовая сфера общения:</u> Распорядок дня. Мой рабочий день. Мой свободный день. Мой досуг, хобби. <u>Часть Б: Грамматика:</u> Личные, притяжательные, указательные местоимения.	6	Практико-ориентированное задание
3.	<u>Часть А: Бытовая сфера общения:</u> Мой дом/квартира, жилищные условия. <u>Часть Б: Грамматика:</u> Оборот “there+to be” (англ), “il y a” (фр.), “es gibt” (нем)	34	Практико-ориентированное задание
4.	<u>Часть А: Социально-культурная сфера:</u> Тема 4. Спорт. Здоровый образ жизни. Олимпийские игры. <u>Часть Б: Грамматика:</u> Глагол «иметь». Количественные, порядковые числительные. Время. Дни недели, месяцы.	34	Индивидуальный проект
	<b><i>Всего:</i></b>	<b><i>80</i></b>	

### Задания для практических занятий по каждой теме

#### Тема 1:

##### Часть А: Бытовая сфера общения:

Приветствие, прощание, знакомство. Я и моя семья.

##### Часть Б: Грамматика:

Имя существительное. Образование множественного числа. Артикли. Глагол «быть»

Форма проведения занятия – опрос.

##### *Основные вопросы:*

1. Фразы, используемые при приветствии, прощании, знакомстве и т.д.
2. Лексика по теме «Семья».
3. Образование множественного числа существительных.
4. Исчисляемые и неисчисляемые существительные.
5. Употребление артиклей.

#### Тема 2:

##### Часть А: Бытовая сфера общения:

Распорядок дня. Мой рабочий день. Мой свободный день. Мой досуг, хобби.

##### Часть Б: Грамматика:

Личные, притяжательные, указательные

Форма проведения: практико-ориентированное задание

##### *Основные задания:*

1. Выполните перевод предложений.
2. Прочитайте небольшие тексты и догадайтесь, о каких видах хобби в них говорится.
3. Составьте собственный диалог по образцу.
4. Переведите слова и словосочетания. Составьте свой рассказ об учебном дне, используя данные словосочетания.

5. Ответьте на вопросы, используя пройденную лексику.

### **Тема 3:**

Часть А: Бытовая сфера общения:

Мой дом/квартира, жилищные условия.

Часть Б: Грамматика:

Оборот “there+to be” (англ), “il y a” (фр.), “es gibt” (нем)

Форма проведения: практико-ориентированное задание

*Основные задания:*

1. Составьте диалог согласно образцу.
2. Опишите свою квартиру / дом, используя пройденную лексику:
3. Найдите на сайте Wikipedia информацию о системе «умный дом». Опишите данную систему на иностранном языке.
4. Расставьте абзацы в правильной последовательности, чтобы получился рассказ.
5. Составьте предложения, расположив слова в нужном порядке.

### **Тема 4:**

Часть А: Социально-культурная сфера:

Спорт. Здоровый образ жизни. Олимпийские игры.

Часть Б: Грамматика:

Глагол «иметь». Количественные, порядковые числительные. Время. Дни недели, месяцы.

Форма проведения: индивидуальный проект (на иностранном языке).

Темы индивидуальных проектов:

1. Здоровый образ жизни.
2. Летние виды спорта.
3. Зимние виды спорта.
4. Экстремальные виды спорта.
5. Знаменитые российские и зарубежные спортсмены.
6. Спорт в России.
7. Спорт в Великобритании.
8. Спорт в США.
9. История хоккея на льду.
10. История футбола.
11. Художественная и спортивная гимнастика.
12. Фигурное катание.
13. История Олимпийских игр.
14. Параолимпийские игры.
15. Волонтеры – это лицо Олимпийских и параолимпийских игр.
16. Киберспорт.
17. Боевые искусства.
18. Проблемы допинга в спорте.
19. Мировые спортивные компании.
20. Необычные виды спорта.

Порядок выполнения самостоятельной работы:

1. Выберите тему.
2. Осуществите поиск информации с использованием интернет-ресурсов, библиотечных ресурсов, краеведческих материалов, словарей.
3. Обработайте ее.



4. Воспроизведите на английском языке.
5. Подготовьте грамотный, логически законченный рассказ.
6. Подберите иллюстрационный материал к проектам. При подборе иллюстраций используйте метод виртуальной экскурсии.
7. Прорепетируйте свое выступление.

Структура индивидуального проекта.

1. Вступление: должно содержать название, сообщение основной идеи, современную оценку предмета изложения, краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения, акцентирование внимания на важных моментах, оригинальность подхода.
2. Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами.
3. Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели.
4. Список литературы.

### **Критерии оценивания**

#### **Опрос**

Критерии оценивания: правильность ответа на вопросы, всесторонность и глубина ответа (полнота), лексически верное оформление ответа, грамматически верное оформление ответа логически верное оформление ответа. Каждый показатель – 1 балл.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» 5 баллов (90-100%) -
- оценка «хорошо» 4 балла (70-89%) - оценка «хорошо»
- оценка «удовлетворительно» 3 балла (50-69%)
- оценка «неудовлетворительно» 0-2 балла (0-49%)

### **Практико-ориентированные задания**

Критерии оценивания: логичность изложения материала (1-2 балла), решение коммуникативной задачи (1 балл), соответствие словарного запаса поставленной коммуникативной задаче (1 балл), использование разнообразных грамматических конструкций в соответствии с поставленной задачей (1 балл).

Критерии оценки:

- 4-5 баллов (90-100%) - оценка «отлично»
- 3 балла (70-89%) - оценка «хорошо»
- 2 балла (50-69%) - оценка «удовлетворительно»
- 0-1 балл (0-49%) - оценка «неудовлетворительно»

### **Индивидуальный проект**

*Критерии оценивания:* текст работы, мультимедийная презентация, выступление на защите проекта.

#### **Текст работы**

##### **Содержание и соответствие теме**

Текст работы соответствует заявленной теме; тема раскрыта полностью с привлечением интересных фактов по теме – 3 балла

Текст работы соответствует заявленной теме; тема раскрыта не до конца (недостаточное количество интересных фактов, в основном уже известная информация) – 2 балла

Текст работы соответствует заявленной теме; тема раскрыта слабо (мало информации, неинтересно) – 1 балл

Текст работы не соответствует заявленной теме (при 0 за этот критерий ставится 0 за всю работу)

### **Структура работы**

Текст работы выстроен логично, присутствует вступление и заключение, список литературы – 2 балла

Текст работы в целом выстроен логично, но отсутствует вступление / заключение и / или список литературы – 1 балл

Текст работы выстроен нелогично, отсутствует вступление и заключение, список литературы – 0 баллов

### **Презентация**

#### **Содержание презентации**

Соблюден требуемый объем презентации; используется разнообразный наглядный материал (фото, картинки, карты, таблицы), на слайдах отсутствует избыточная информация - 2 балла

Соблюден требуемый объем презентации, но недостаточно используется наглядный материал или несколько слайдов содержат избыточную информацию -1 балл

Требуемый объем презентации не соблюден или мало наглядного материала и практически все слайды перегружены информацией - 0 баллов

#### **Визуальное оформление**

Презентация красиво оформлена, хорошо подобран цвет фона и шрифта, размер используемого шрифта удобен для восприятия- 2 балла

Презентация в целом хорошо оформлена, но имеются некоторые недостатки в подборе цвета фона и шрифта и / или размер шрифта на некоторых слайдах труден для восприятия - 1 балл

Презентация скучно оформлена, плохо подобран цвет фона и шрифта и / или используемый на слайдах шрифт неудобен для восприятия – 0 баллов

#### **Лексико-грамматическое оформление, орфография и пунктуация**

В презентации допущено не более двух грамматических / лексических и 3 орфографических / пунктуационных ошибок - 2 балла

В презентации допущено не более четырех грамматических / лексических и 4 орфографических / пунктуационных ошибок - 1 балл

В презентации допущены многочисленные грамматические / лексические и орфографические / пунктуационные ошибки – 0 баллов

### **Выступление**

#### **Представление работы**

Выступающий уложился в отведенное для представления проектной работы время; текст работы рассказывался с опорой на печатный текст - 2 балла

Выступающий уложился в отведенное для представления проектной работы время, однако текст работы по большей части читался с листа, чем рассказывался - 1 балл

Выступающий не уложился в отведенное для представления проектной работы время или текст работы полностью читался с листа – 0 баллов

#### **Лексико-грамматическое оформление речи**

В речи использована разнообразная лексика, понятная аудитории, допущено не более 2-х языковых ошибок, не затрудняющих понимание- 3 балла

В речи использована разнообразная лексика, в целом понятная аудитории, допущено не более 4-х негрубых языковых ошибок-2 балла

В речи использована разнообразная лексика, однако присутствует несколько слов, незнакомых для аудитории, которые затрудняют понимание сказанного, допущено не более 6-ти негрубых языковых ошибок или 2-3 грубых ошибок – 1 балл

Допущены многочисленные языковые ошибки, которые затрудняют понимание сказанного – 0 баллов

#### **Фонетическое оформление речи**

Речь понятна: практически все звуки в потоке речи произносятся правильно - 2 балла

В целом, речь понятна, но присутствуют фонетические ошибки (не более 5) – 1 балл

Речь почти не воспринимается на слух из-за неправильного произношения многих звуков и многочисленных фонематических ошибок – 0 баллов

#### **Ответы на вопросы**

Выступающий четко и грамотно ответил на все заданные аудиторией вопросы - 2 балла

Выступающий в целом справился с ответами на вопросы аудитории – 1 балл

Выступающему не удалось ответить на большинство вопросов аудитории – 0 баллов

Всего –20 баллов

#### *Критерии оценки:*

Оценка «отлично» - индивидуальный проект полностью соответствует предъявляемым требованиям – 18-20 баллов (90-100%).

Оценка «хорошо» - индивидуальный проект в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 14-17 баллов(70-89%).

Оценка «удовлетворительно» - проект частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 10-13 баллов (50-69%).

Оценка «неудовлетворительно» - проект не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 0-9 баллов (0-49%).

### **Список литературы**

#### **Английский язык**

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Агабекян, И. П. Английский язык для ссузов: учебное пособие / И. П. Агабекян. - Москва : Проспект, 2019. - 280 с. .	362
2	Английский язык. 10 класс = Spotlight. 10: учебник для общеобразовательных организаций : базовый уровень / О. В. Афанасьева [и др.]. - 8-е изд. - Москва : Просвещение : Express Publishing, 2019. - 248 с. :	30
3	Английский язык. 11 класс = Spotlight. 11: учебник для общеобразовательных организаций : базовый уровень / О. В. Афанасьева [и др.]. - 8-е изд. - Москва : Просвещение : Express Publishing, 2019. - 256 с.	20
4	Голицынский Ю.Б. Грамматика: сборник упражнений / Ю. Б. Голицынский. - Изд. 8-е, испр. - Санкт-Петербург : КАРО, 2017. - 576 с.	5

#### **Немецкий язык**

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Радченко О. А. Немецкий язык. 10 класс = Deutsch. 10: учебник для общеобразовательных организаций : базовый и углублённый уровни / О. А. Радченко, М. А. Лытаева, О. В. Гутброд. - Москва : Просвещение, 2019. - 255 с.	2
2	Радченко О. А. Немецкий язык. 11 класс = Deutsch. 11: учебник для общеобразовательных организаций : базовый и углублённый уровни / О. А. Радченко, М. А. Лытаева, О. В. Гутброд. - Москва : Просвещение, 2019. - 256 с.	2
3	Миляева Н. Н. Немецкий язык : учебник и практикум для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / Н. Н. Миляева, Н. В. Кукина. - Москва : Юрайт, 2019. - 353 с.	13

### Французский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Французский язык. 6-7-й годы обучения. Базовый уровень. 10-11 классы: учебник / В. Н. Шацких [и др.]. - 4-е изд., стер. - Москва : Дрофа, 2018. - 320 с.	4
2	Бартенева И. Ю. Французский язык: учебное пособие для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / И. Ю. Бартенева, О. В. Желткова, М. С. Левина. - Москва: Юрайт, 2019. - 332 с.	13

### Дополнительная литература

#### Английский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Дудорова, Э. С. Разговорный английский. Актуальные темы для свободного общения : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Дудорова Э. С. - Санкт-Петербург : КАРО, 2019. - 352 с. - URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/89266.html">https://www.iprbookshop.ru/89266.html</a> .	Эл. ресурс
2	Агабекян, И.П. Агабекян, И.П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2017. - 384с.	198

#### Немецкий язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Листвин Д. А. Вся грамматика немецкого языка для школы в упражнениях и правилах. Грамматика немецкого языка в упражнениях с правилами: сборник упражнений / Д. А. Листвин. - Москва : АСТ : Lingua, 2019.	13
2	Серегина М. А. Практическая грамматика немецкого языка : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Серегина М. А. - Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. - 158 с. - URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/107976.html">https://www.iprbookshop.ru/107976.html</a> .	Эл. ресурс

### Французский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Шарапова Т. Н. Французский язык = Le français : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Шарапова Т. Н. - Омск : Омский государственный технический университет, 2020. - 112 с. - URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/115457.html">https://www.iprbookshop.ru/115457.html</a> .	Эл. ресурс
2	Попова И.Н. Французский язык/ Manuel de francais : учебник для 1 курса ВУЗов и факультетов иностранных языков / И. Н. Попова, Ж. А. Казакова, Г. М. Ковальчук. - Изд. 21-е, испр. - Москва : Нестор Академик, 2018. - 576 с.	13

### Перечень интернет-ресурсов

ЭБС «Издательство Лань» <http://e.lanbook.com>  
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>

#### Английский язык

1. Грамматика английского языка. Английская грамматика. [www.native-english.ru/grammar](http://www.native-english.ru/grammar)
2. Английский язык.ru – Пособия по английскому языку. <http://english.language.ru/posob/index.html>
3. Статьи, справочники по лингвистике, переводу, изучению языков. Грамматика, топики (темы), тесты по английскому. [www.linguistic.ru](http://www.linguistic.ru)
4. Мультимедийная энциклопедия [www.britannika.com](http://www.britannika.com)
3. Онлайн-словарь [www.lingvo.ru](http://www.lingvo.ru)
4. Онлайн-словарь [www.multitrans.ru](http://www.multitrans.ru)
5. Онлайн курсы [www.study.ru](http://www.study.ru), [www.edufind.com](http://www.edufind.com)

### **Немецкий язык**

1. Электронная энциклопедия <http://www.brockhaus.de>
2. Электронная энциклопедия <http://de.wikipedia.org/wiki>
3. Немецкий журнал <http://www.focus.de>
4. Интерактивная грамматика немецкого языка <http://www.grammade.ru>
5. Электронный словарь <http://www.langenscheidt.de>
6. Онлайн курсы, тесты <http://www.test.de>, <http://www.oeko-test.de>

### **Французский язык**

1. Обучающий портал [www.le-francais.ru](http://www.le-francais.ru)
2. Обучающий портал <http://www.studyFrench.ru>
3. [les-verbess.com](http://les-verbess.com) — спряжение французских глаголов.
4. [www.multitran.ru](http://www.multitran.ru) (онлайн-словарь).



Автор: Железникова А.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	6
ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ.....	12
ПОДГОТОВКА К ДОКЛАДУ.....	16
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ.....	20
ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ.....	24
ПОДГОТОВКА ЭССЕ.....	25
ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ.....	28
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	30



## ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа – это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;
2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу, участию в дискуссиях, решению практико-ориентированных задач и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся, обращая внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и

исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т. ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т. ч. подготовка доклада, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);
- подготовка к тестированию;
- подготовка эссе;
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

### **Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории**

1. История как наука. Сущность, формы, функции исторического знания.
2. Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника.
3. Концепции исторического процесса.
4. История России - неотъемлемая часть всемирной истории.
5. Историография отечественной истории.

### **Тема 2. Россия и мир в начале XX века.**

1. Каковы были причины, характер, движущие силы, основные этапы и итоги революции 1905-1907 гг.
2. В чем состояла необходимость проведения реформ в России?
3. Расскажите о Февральской буржуазно-демократической революции и Октябрьской революции.
4. Основные мероприятия советской власти.
5. Гражданская война: основные этапы, последствия. Причины побед большевиков.
6. Экономическая и социальная политика в Советской России

### **Тема 3. Советское государство и мир в 20-30 е годы**

1. Чем был вызван экономический и политический кризис в стране в конце 1920 г.
2. Что такое новая экономическая политика?
3. Формирование однопартийной системы и идеологического единообразия в стране.
4. Раскройте сущность индустриализации и коллективизации.
5. Каковы механизмы и роль культурной революции.
6. Формирование культа личности И.В. Сталина

### **Тема 4. СССР в годы Второй мировой войны**

1. В чем состояли причины Второй мировой войны? Великой Отечественной войны?
2. Дайте характеристику основным периодам войны.
3. Расскажите о жизни в тылу.
4. Какова роль партизанского движения и движения Сопротивления.
5. В чем состояли итоги и уроки войны.
6. Роль советского народа в разгроме фашизма.

### **Тема 6. Основные тенденции развития СССР и мира в 60-80 е годы.**

1. Чем характеризовалось политическое развитие страны в 1965-1984 гг.
2. Каковы его итоги?
3. В каком состоянии находилась советская экономика к середине 1960-х гг. В чем причины такого положения?
4. Каковы были основные направления предпринятого властью в 1965 году реформирование промышленности и сельского хозяйства.
5. Каковы результаты социально-экономического развития страны.
6. Расскажите о достижениях в культурной жизни этого периода.

**Тема 8. Россия и мир на рубеже веков. Современная Россия. Перспективы развития.**

1. Геополитические последствия распада СССР.
2. Как происходил процесс формирования суверенитета Российской Федерации.
3. Складывание новой государственности. Конституция 1993 г.
4. Социально-экономические преобразования. Рыночная модернизация страны.
5. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации.
6. Охарактеризуйте положение России на рубеже XX– XXI.

## ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Исторический факт  
Исторический источник  
Интерпретация  
Этнос  
Менталитет  
Государство  
Цивилизация  
Формация  
Классы  
Прогресс  
Регресс  
Общественно-экономическая формация  
Геополитика  
Монополия  
Промышленный подъем  
Депрессия  
Модернизация  
Революция  
Манифест  
Конституционная монархия  
Политическая партия  
Государственная Дума  
Прогрессивный блок  
Революционные партии  
Антанта  
Тройственный союз  
Аграрная реформа  
Отруб, хутор  
Советы  
Большевики, меньшевики  
Временное правительство  
Республика  
Двоевластие  
Учредительное собрание  
Первая Мировая война

Совет народных комиссаров  
Красная Армия  
Белое движение  
Гражданская война  
Сепаратный мирный договор  
Иностранная интервенция

Мировая революция  
Декреты  
Военный коммунизм  
Продразверстка  
Авторитаризм  
Тоталитаризм  
Коминтерн  
Новая экономическая политика  
Продналог  
Индустриализация  
Коллективизация  
Культурная революция  
«Мюнхенский сговор»  
Лига Наций  
Коллективная безопасность  
Вторая Мировая война  
Пакт о ненападении  
Государственный Комитет обороны, Ставка Верховного  
главнокомандования  
Эвакуация  
Антигитлеровская коалиция  
Второй фронт  
Коренной перелом  
Партизанское движение, подпольное движение  
Сопrotивление  
Фашизм, японский милитаризм  
Ленд-лиз  
Капитуляция  
ООН  
НАТО, ОВД  
Репрессии  
Либерализация политического режима  
Десталинизация  
Денежная реформа  
Мировая социалистическая система  
«Оттепель»  
ГУЛАГ  
Реабилитация  
«Холодная война»  
Совхоз  
Целина  
Мелиорация  
Спутник  
Освоение космоса  
Паритет

Правозащитное движение  
Диссиденты  
Развитой социализм  
Герантократия  
Разрядка  
«Теневая экономика»  
Концепция развитого социализма  
Разрядка международной напряженности  
Стабильность кадров  
Реформа хозяйственного механизма  
Экстенсивный путь развития  
Страны социалистической ориентации  
Перестройка  
Гласность  
«Новое политическое мышление»  
Плюрализм  
СНГ  
Приватизация  
Прибыль и рентабельность  
Госприемка  
«Шоковая терапия»  
Ваучер  
Распад СССР  
Многопартийность  
Возрождение парламентаризма  
Рыночная экономика  
Борьба с экстремизмом и терроризмом  
Дефолт  
Стабилизация  
Финансовый кризис  
Содружество Независимых государств  
Правовое государство  
Гражданское общество  
Рыночная экономика  
Дефолт  
Вертикаль власти  
Олигархи  
Глобализация  
Совет Федерация  
Государственная Дума  
Совет Европы  
ВТО



## САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

- составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;
- перечень должен быть систематизированным;
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);
- определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;
- при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;
- все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);
- если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;
- следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьезный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило –

соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочесть книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять

изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис – это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы,

выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

## ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА

Одной из форм текущего контроля является доклад, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада является обязательной для обучающихся, если доклад указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Обычно доклад сопровождается представлением презентации.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас большой интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обуславливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

### *Выступление*

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

## *Презентация*

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

## *Требования к оформлению презентации*

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносятся опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.



Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

## ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными заданиями понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

Примером практико-ориентированного задания по дисциплине «История» выступает **анализ исторического документа**.

Алгоритм анализа исторического документа:

1. Происхождение текста.

1.1. Кто написал этот текст?

1.2. Когда он был написан?

1.3. К какому виду источников он относится: письмо, дневник, официальный документ и т.п.?

2. Содержание текста.

Каково содержание текста? Сделайте обзор его структуры. Подчеркните наиболее важные слова, персоналии, события. Если вам не известны какие-то слова, поработайте со словарем.

3. Достоверна ли информация в тексте?

3.1. Свидетелем первой или второй очереди является автор текста? (Если автор присутствовал во время события, им описываемого, то он является первоочередным свидетелем).

3.2. Текст первичен или вторичен? (Первичный текст современен событию, вторичный текст берет информацию из различных первичных источников. Первичный текст может быть написан автором второй очереди, то есть созданным много позже самого события).

4. Раскройте значение источника и содержащейся в ней информации.

5. Дайте обобщающую оценку данному источнику.

- Когда, где и почему появился закон (сборник законов)?

- Кто автор законов?

- Чьи интересы защищает закон?

- Охарактеризуйте основные положения закона (ссылки на текст, цитирование).

- Сравните с предыдущими законами.

- Что изменилось после введения закона?

- Ваше отношение к этому законодательному акту (справедливость, необходимость и т.д.).

## ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

## ПОДГОТОВКА ЭССЕ

**Эссе** - прозаическое сочинение небольшого объема и свободной композиции на частную тему, трактуемую субъективно и обычно неполно. (Словарь Ожегова)

Жанр эссе предполагает свободу творчества: позволяет автору в свободной форме излагать мысли, выражать свою точку зрения, субъективно оценивать, оригинально освещать материал; это размышление по поводу когда-то нами услышанного, прочитанного или пережитого, часто это разговор вслух, выражение эмоций и образность.

Уникальность этого жанра в том, что оно может быть написано на любую тему и в любом стиле. На первом плане эссе – личность автора, его мысли, чувства, отношение к миру. Однако необходимо найти оригинальную идею (даже на традиционном материале), нестандартный взгляд на какую-либо проблему. Для грамотного, интересного эссе необходимо соблюдение некоторых правил и рекомендаций.

### **Особенности эссе:**

- - наличие конкретной темы или вопроса;
- - личностный характер восприятия проблемы и её осмысления;
- - небольшой объём;
- - свободная композиция;
- - непринуждённость повествования;
- - внутреннее смысловое единство;
- - афористичность, эмоциональность речи.

### **Эссе должно иметь следующую структуру:**

1. Вступление (введение) определяет тему эссе и содержит определения основных встречающихся понятий.

2. Содержание (основная часть) - аргументированное изложение основных тезисов. Основная часть строится на основе аналитической работы, в том числе - на основе анализа фактов. Наиболее важные обществоведческие понятия, входящие в эссе, систематизируются, иллюстрируются примерами. Суждения, приведенные в эссе, должны быть доказательны.

3. Заключение - это окончательные выводы по теме, то, к чему пришел автор в результате рассуждений. Заключение суммирует основные идеи. Заключение может быть представлено в виде суммы суждений, которые оставляют поле для дальнейшей дискуссии.

### **Требования, предъявляемые к эссе:**

1. Объем эссе не должен превышать 1–2 страниц.
2. Эссе должно восприниматься как единое целое, идея должна быть ясной и понятной.

3. Необходимо писать коротко и ясно. Эссе не должно содержать ничего лишнего, должно включать только ту информацию, которая необходима для раскрытия вашей позиции, идеи.

4. Эссе должно иметь грамотное композиционное построение, быть логичным, четким по структуре.

5. Эссе должно показывать, что его автор знает и осмысленно использует теоретические понятия, термины, обобщения, мировоззренческие идеи.

6. Эссе должно содержать убедительную аргументацию для доказательства заявленной по проблеме позиции. Структура любого доказательства включает по меньшей мере три составляющие: тезис, аргументы, вывод или оценочные суждения.

- Тезис — это сужение, которое надо доказать.
- Аргументы — это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса.
- Вывод — это мнение, основанное на анализе фактов.
- Оценочные суждения — это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах.

Приветствуется использование:

- Эпиграфа, который должен согласовываться с темой эссе (проблемой, заключенной в афоризме); дополнять, углублять лейтмотив (основную мысль), логику рассуждения вашего эссе. Пословиц, поговорок, афоризмов других авторов, также подкрепляющих вашу точку зрения, мнение, логику рассуждения.

- Мнений других мыслителей, ученых, общественных и политических деятелей.

- Риторические вопросы.

- Непринужденность изложения.

Подготовка и работа над написанием эссе:

- изучите теоретический материал;
- уясните особенности заявленной темы эссе;
- продумайте, в чем может заключаться актуальность заявленной темы;

- выделите ключевой тезис и определите свою позицию по отношению к нему;

- определите, какие теоретические понятия, научные теории, термины помогут вам раскрыть суть тезиса и собственной позиции;

- составьте тезисный план, сформулируйте возникшие у вас мысли и идеи;

- для каждого аргумента подберите примеры, факты, ситуации из жизни, личного опыта, литературных произведений;

- распределите подобранные аргументы в последовательности;

- придумайте вступление к рассуждению;

- изложите свою точку зрения в той последовательности, которую вы наметили.
- сформулируйте общий вывод работы.

При написании эссе:

- напишите эссе в черновом варианте, придерживаясь оптимальной структуры;
- проанализируйте содержание написанного;
- проверьте стиль и грамотность, композиционное построение эссе, логичность и последовательность изложенного;
- внесите необходимые изменения и напишите окончательный вариант.

#### **Требования к оформлению:**

- Титульный лист.
- Текст эссе.
- Формат листов-А4. Шрифт- Times New Roman, размер-14, расстояние между строк- интерлиньяж полуторный, абзацный отступ-1,25см., поля-30мм(слева), 20мм (снизу),20мм (сверху), 20мм (справа). Страницы нумеруются снизу по центру. Титульный лист считается, но не нумеруется.

#### **Критерии оценивания эссе:**

1. Самостоятельное проведение анализа проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария
2. Четкость и лаконичность изложения сути проблемы
3. Материал излагается логически последовательно
4. Аргументированность собственной позиции
5. Наличие выводов
6. Владение навыками письменной речи



## ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ

### • *Письменный опрос*

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе.

### • *Устный опрос*

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).

7. Использование дополнительного материала.

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу. Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы.

## ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины.

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Методические рекомендации по написанию реферата	5
2 Методические рекомендации по написанию эссе	13
3 Методические рекомендации по написанию реферата статьи	17
4 Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	23
5 Методические рекомендации по составлению тестовых заданий	27
6 Требования к написанию и оформлению доклада	29
7 Методические рекомендации к опросу	34
8 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	36
9 Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	38
1 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и 0 зачетов	40
Заключение	43
Список использованных источников	44

## ВВЕДЕНИЕ

*Самостоятельная работа студентов* может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

*Аудиторная самостоятельная работа* по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

*Внеаудиторная самостоятельная работа* - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);
- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

## 1. Методические рекомендации по написанию реферата

**Реферат** - письменная работа объемом 10-18 печатных страниц, выполняемая студентом в течение длительного срока (от одной недели до месяца).

Реферат (от лат. *referrere* - докладывать, сообщать) - краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе одной или нескольких книг, монографий или других первоисточников. Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемой теме<sup>1</sup>.

Выполнение и защита реферата призваны дать аспиранту возможность всесторонне изучить интересующую его проблему и вооружить его навыками научного и творческого подхода к решению различных задач в исследуемой области.

Основными задачами выполнения и защиты реферата являются развитие у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, среди них:

- формирование навыков аналитической работы с литературными источниками разных видов;
- развитие умения критически оценивать и обобщать теоретические положения;
- стимулирование навыков самостоятельной аналитической работы;
- углубление, систематизация и интеграция теоретических знаний и практических навыков по соответствующему направлению высшего образования;
- презентация навыков публичной дискуссии.

### ***Структура и содержание реферата***

Подготовка материалов и написание реферата - один из самых трудоемких процессов. Работа над рефератом сводится к следующим этапам.

1. Выбор темы реферата.
2. Предварительная проработка литературы по теме и составление «рабочего» плана реферата.
3. Конкретизация необходимых элементов реферата.
4. Сбор и систематизация литературы.



5. Написание основной части реферата.
6. Написание введения и заключения.
7. Представление реферата преподавателю.
8. Защита реферата.

### ***Выбор темы реферата***

Перечень тем реферата определяется преподавателем, который ведет дисциплину. Вместе с тем, аспиранту предоставляется право самостоятельной формулировки темы реферата с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки и согласованием с преподавателем. Рассмотрев инициативную тему реферата студента, преподаватель имеет право ее отклонить, аргументировав свое решение, или, при согласии студента, переформулировать тему.

При выборе темы нужно иметь в виду следующее:

1. Тема должна быть актуальной, то есть затрагивать важные в данное время проблемы общественно-политической, экономической или культурной жизни общества.
2. Не следует формулировать тему очень широко: вычленение из широкой проблемы узкого, специфического вопроса помогает проработать тему глубже.
3. Какой бы интересной и актуальной ни была тема, прежде всего, следует удостовериться, что для ее раскрытия имеются необходимые материалы.
4. Тема должна открывать возможности для проведения самостоятельного исследования, в котором можно будет показать умение собирать, накапливать, обобщать и анализировать факты и документы.
5. После предварительной самостоятельной формулировки темы необходимо проконсультироваться с преподавателем с целью ее возможного уточнения и углубления.

### ***Предварительная проработка литературы по теме и составление «рабочего» плана реферата***

Подбор литературы следует начинать сразу же после выбора темы реферата. Первоначально с целью обзора имеющихся источников целесообразно обратиться к электронным ресурсам в сети Интернет и, в частности, к электронным информационным ресурсам УГГУ: благодаря оперативности и мобильности такого источника информации, не потратив много времени, можно создать общее представление о предмете исследования, выделить основные рубрики (главы, параграфы, проблемные модули) будущего курсовой работы. При подборе литературы следует также обращаться к предметно-тематическим каталогам и библиографическим справочникам библиотеки УГГУ, публичных библиотек города.

Предварительное ознакомление с источниками следует расценивать как первый этап работы над рефератом. Для облегчения дальнейшей работы необходимо тщательно фиксировать все просмотренные ресурсы (даже если кажется, что тот или иной источник непригоден для использования в работе над рефератом, впоследствии он может пригодиться, и тогда его не придется искать).

Результатом предварительного анализа источников является рабочий план, представляющий собой черновой набросок исследования, который в дальнейшем обрывает конкретными чертами. Форма рабочего плана допускает определенную степень произвольности. Первоначальный вариант плана должен отражать основную идею работы. При его составлении следует определить содержание отдельных глав и дать им соответствующее название; продумать содержание каждой главы и наметить в виде параграфов последовательность вопросов, которые будут в них рассмотрены. В реферате может быть две или три главы - в зависимости от выбранной проблемы, а также тех целей и задач исследования.

Работа над предварительным планом необходима, поскольку она дает возможность еще до начала написания реферата выявить логические неточности, информационные накладки, повторы, неверную последовательность глав и параграфов, неудачные формулировки выделенных частей или даже реферата в целом.

Рабочий план реферата разрабатывается студентом самостоятельно и может согласовываться с преподавателем.

### ***Конкретизация необходимых элементов реферата***

Реферат должен иметь четко определенные цель и задачи, объект, предмет и методы исследования. Их необходимо сформулировать до начала непосредственной работы над текстом.

Цель реферата представляет собой формулировку результата исследовательской деятельности и путей его достижения с помощью определенных средств. Учитывайте, что у работы может быть только одна цель.

Задачи конкретизируют цель, в реферате целесообразно выделить три-четыре задачи. Задачи - это теоретические и практические результаты, которые должны быть получены в реферате. Постановку задач следует делать как можно более тщательно, т.к. их решение составляет содержание разделов (подпунктов, параграфов) реферата. В качестве задач может выступать либо решение подпроблем, вытекающих из общей проблемы, либо задачи анализа, обобщения, обоснования, разработки отдельных аспектов проблемы, ведущие к формулировке возможных направлений ее решения.

Объект исследования - процесс или явление, порождающие проблемную ситуацию и избранные для изучения.

Предмет исследования - все то, что находится в границах объекта исследования в определенном аспекте рассмотрения.

Методы исследования, используемые в реферате, зависят от поставленных цели и задач, а также от специфики объекта изучения. Это могут быть методы системного анализа, математические и статистические методы, сравнения, обобщения, экспертных оценок, теоретического анализа и т.д.

Впоследствии формулировка цели, задач, объекта, предмета и методов исследования составят основу Введения к реферату.

### ***Сбор и систематизация литературы***

Основные источники, использование которых возможно и необходимо в реферате, следующие:

- учебники, рекомендованные Министерством образования и науки РФ;
- электронные ресурсы УГГУ на русском и иностранном языках;
- статьи в специализированных и научных журналах;
- диссертации и монографии по изучаемой теме;
- инструктивные материалы и законодательные акты (только последних изданий);
- данные эмпирических и прикладных исследований (статистические данные, качественные интервью и т.д.)
- материалы интернет-сайтов.

Систематизацию получаемой информации следует проводить по основным разделам реферата, предусмотренным планом. При изучении литературы не стоит стремиться освоить всю информацию, заключенную в ней, а следует отбирать только ту, которая имеет непосредственное отношение к теме работы. Критерием оценки прочитанного является возможность его использования в реферате.

Сбор фактического материала - один из наиболее ответственных этапов подготовки реферата. От того, насколько правильно и полно собран фактический материал, во многом зависит своевременное и качественное написание работы. Поэтому, прежде чем приступить к сбору материала, аспиранту необходимо тщательно продумать, какой именно фактический материал необходим для реферата и составить, по возможности, специальный план его сбора и анализа. После того, как изучена и систематизирована отобранная по теме литература, а также собран и обработан фактический материал, возможны некоторые изменения в первоначальном варианте формулировки темы и в плане реферата.

### ***Написание основной части реферата***

Изложение материала должно быть последовательным и логичным. Общая логика написания параграфа сводится к стандартной логической схеме «Тезис - Доказательство - Вывод» (количество таких цепочек в параграфе, как правило, ограничивается тремя - пятью доказанными тезисами).

Все разделы реферата должны быть связаны между собой. Особое внимание следует обращать на логические переходы от одной главы к другой, от параграфа к параграфу, а внутри параграфа - от вопроса к вопросу.

Использование цитат в тексте необходимо для того, чтобы без искажений передать мысль автора первоисточника, для идентификации взглядов при сопоставлении различных точек зрения и т.д. Отталкиваясь от содержания цитат, необходимо создать систему убедительных доказательств, важных для объективной характеристики изучаемого вопроса. Цитаты также могут использоваться и для подтверждения отдельных положений работы.

Число используемых цитат должно определяться потребностями разработки темы. Цитатами не следует злоупотреблять, их обилие может восприниматься как выражение слабости собственной позиции автора. Оптимальный объем цитаты - одно-два, максимум три предложения. Если цитируемый текст имеет больший объем, его следует заменять аналитическим пересказом.

Во всех случаях употребления цитат или пересказа мысли автора необходимо делать точную ссылку на источник с указанием страницы.

Авторский текст (собственные мысли) должен быть передан в научном стиле. Научный стиль предполагает изложение информации от первого лица множественного числа («мы» вместо «я»). Его стоит обозначить хорошо известными маркерами: «По нашему мнению», «С нашей точки зрения», «Исходя из этого мы можем заключить, что...» и т.п. или безличными предложениями: «необходимо подчеркнуть, что...», «важно обратить внимание на тот факт, что...», «следует отметить.» и т.д.

Отдельные положения реферата должны быть иллюстрированы цифровыми данными из справочников, монографий и других литературных источников, при необходимости оформленными в справочные или аналитические таблицы, диаграммы, графики. При составлении аналитических таблиц, диаграмм, графиков используемые исходные данные выносятся в приложение, а в тексте приводятся результаты расчетов отдельных показателей (если аналитическая таблица по размеру превышает одну страницу, ее целиком следует перенести в приложение). В тексте, анализирующем или комментирующем таблицу, не следует пересказывать ее содержание, а уместно формулировать основной вывод, к которому подводят табличные данные, или вводить дополнительные показатели, более отчетливо характеризующие то или иное явление или его отдельные стороны. Все материалы, не являющиеся необходимыми для решения поставленной в работе задачи, также выносятся в приложение.

### ***Написание введения и заключения***

Введение и заключение - очень важные части реферата. Они должны быть тщательно проработаны, выверены логически, стилистически, орфографически и пунктуационно.

Структурно введение состоит из нескольких логических элементов. Во введении в обязательном порядке обосновываются:

- актуальность работы (необходимо аргументировать, в силу чего именно эта проблема значима для исследования);
- характеристика степени разработанности темы (краткий обзор имеющейся научной литературы по рассматриваемому вопросу, призванный показать знакомство студента со специальной литературой, его умение систематизировать источники, критически их рассматривать, выделять существенное, оценивать ранее сделанное другими исследователями, определять главное в современном состоянии изученности темы);
- цель и задачи работы;
- объект и предмет исследования;
- методы исследования;
- теоретическая база исследования (систематизация основных источников, которые использованы для написания своей работы);
- структура работы (название глав работы и их краткая характеристика).

По объему введение занимает 1,5-2 страницы текста, напечатанного в соответствии с техническими требованиями, определенными преподавателем.

Заключение содержит краткую формулировку результатов, полученных в ходе работы, указание на проблемы практического характера, которые были выявлены в процессе исследования, а также рекомендации относительно их устранения. В заключении возможно повторение тех выводов, которые были сделаны по главам. Объем заключения - 1 - 3 страницы печатного текста.

### ***Представление реферата преподавателю***

Окончательный вариант текста реферата необходимо распечатать и вставить в папку-скоросшиватель. Законченный и оформленный в соответствии с техническими требованиями реферат подписывается студентом и представляется в распечатанном и в электронном виде в срок, обозначенный преподавателем.

Перед сдачей реферата аспирант проверяет его в системе «Антиплагиат» (<http://www.antiplagiat.ru/>), пишет заявление о самостоятельном характере работы, где указывает процент авторского текста, полученный в результате тестирования реферата в данной системе. Информацию, полученную в результате тестирования реферата в данной системе (с указанием процента авторского текста), аспирант в печатном виде предоставляет преподавателю вместе с окончательным вариантом текста реферата, который не подлежит доработке или замене.

### ***Защита реферата***

При подготовке реферата к защите (если она предусмотрена) следует:

1. Составить план выступления, в котором отразить актуальность темы, самостоятельный характер работы, главные выводы и/или предложения, их краткое обоснование и практическое и практическое значение - с тем, чтобы в течение 3 - 5 минут представить достоинства выполненного исследования.

2. Подготовить иллюстративный материал: схемы, таблицы, графики и др. наглядную информацию для использования во время защиты. Конкретный вариант наглядного представления результатов определяется форматом процедуры защиты реферата.

### ***Критерии оценивания реферата***

*Критерии оценивания реферата:* новизна текста, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдение требований к оформлению.

*Новизна текста* – обоснование актуальности темы; новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы; умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; наличие авторской позиции, самостоятельная интерпретация описываемых в реферате фактов и проблем – 4 балла.

*Степень раскрытия сущности вопроса* - соответствие содержания доклада его теме; полнота и глубина знаний по теме; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по вопросу (проблеме); оценка использованной литературы (использование современной научной литературы) – 4 балла.

*Соблюдение требований к оформлению* - правильность оформления ссылок на источники, списка использованных источников; грамотное изложение текста (орфографическая, пунктуационная, стилистическая культура); владение терминологией; корректность цитирования – 4 балла.

*Критерии оценивания публичного выступления (защита реферата):* логичность построения выступления; грамотность речи и владение профессиональной терминологией; обоснованность выводов; умение отвечать на вопросы; поведение при защите работы (манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы и т.д.) соблюдение требований к объёму доклада – 10 баллов.

*Критерии оценивания презентации:* дизайн и мультимедиа – эффекты, содержание – 4 балла.

Всего – 25 баллов.

### ***Оценка «зачтено»***

Оценка «зачтено» – реферат полностью соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 23-25 баллов.

*Критерии оценивания реферата:* актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, присутствует новизна и самостоятельность в постановке проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, широкий диапазон и качество (уровень) используемого информационного пространства (привлечены различные источники научной информации), прослеживается наличие авторской позиции и самостоятельной интерпретации описываемых в реферате фактов и проблем.

*Степень раскрытия сущности вопроса* - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована полнота и глубина знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены альтернативные взгляды на рассматриваемую проблему и обосновано сбалансированное заключение; представлен критический анализ использованной литературы (использование современной научной литературы).

*Соблюдение требований к оформлению* – текст оформлен в соответствии с методическими требованиями и ГОСТом, в работе соблюдены правила русской орфографии и пунктуации, выдержана стилистическая культура научного текста, четкое и полное определение рассматриваемых понятий (категорий), приводятся соответствующие примеры в строгом соответствии с рассматриваемой проблемой, соблюдена корректность при цитировании источников.

*Критерии оценивания презентации:* цвет фона гармонирует с цветом текста, всё отлично читается, использовано 3 цвета шрифта, все страницы выдержаны в едином стиле, гиперссылки выделены и имеют разное оформление до и после посещения кадра, анимация присутствует только в тех местах, где она уместна и усиливает эффект восприятия текстовой части информации, звуковой фон соответствует единой концепции и усиливает эффект восприятия текстовой части информации, размер шрифта оптимальный, все ссылки работают, содержание является строго научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) усиливают эффект восприятия текстовой части информации, орфографические, пунктуационные, стилистические ошибки отсутствуют, наборы числовых данных проиллюстрированы графиками и диаграммами в наиболее адекватной форме, информация является актуальной и современной, ключевые слова в тексте выделены.

*Критерии оценивания публичного выступления:* выступление логично построено, выводы аргументированы, свободное владение профессиональной терминологией, в речи отсутствуют орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает полные и исчерпывающие ответы на вопросы, соблюдены этические нормы поведения при защите работы, владеет различными способами привлечения и удержания внимания и интереса аудитории к сообщению, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка «зачтено» - реферат в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 18-22 баллов.

*Критерии оценивания реферата:* актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, представлен достаточный диапазон используемого информационного пространства (привлечены несколько источников научной информации), прослеживается наличие авторской позиции в реферате при отборе фактов и проблем.

*Степень раскрытия сущности вопроса* - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована достаточная осведомленность знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены 2-3 взгляда на рассматриваемую проблему и обосновано заключение; представлен критический обзор использованной литературы (использование современной научной литературы).

*Соблюдение требований к оформлению* – текст оформлен в соответствии с методическими требованиями и ГОСТом, в работе имеются незначительные ошибки правил русской орфографии и пунктуации, выдержана стилистическая культура научного текста, четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), приводятся соответствующие примеры в строгом соответствии с рассматриваемой проблемой, соблюдена корректность при цитировании источников.

*Критерии оценивания презентации:* цвет фона хорошо соответствует цвету текста, всё можно прочесть, использовано 3 цвета шрифта, 1-2 страницы имеют свой стиль оформления, отличный от общего, гиперссылки выделены и имеют разное оформление до и после посещения кадра, анимация присутствует только в тех местах, где она уместна, звуковой фон соответствует единой концепции и привлекает внимание зрителей в нужных местах - именно к информации, размер шрифта оптимальный, все ссылки работают, содержание в целом является научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) соответствуют тексту, орфографические, пунктуационные, стилистические ошибки практически отсутствуют, наборы числовых данных проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация является актуальной и современной, ключевые слова в тексте выделены

*Критерии оценивания публичного выступления :* выступление логично построено, выводы аргументированы, испытывает незначительные затруднения при использовании профессиональной терминологии, в речи допускает в незначительном количестве орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает полные и исчерпывающие ответы на вопросы, соблюдены этические нормы поведения при защите

работы, владеет ограниченным набором способов привлечения внимания аудитории к сообщению, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка «зачтено» - реферат частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 13-17 баллов.

*Критерии оценивания реферата:* актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, представлен достаточный диапазон используемого информационного пространства (привлечены несколько источников научной информации), прослеживается наличие авторской позиции в реферате при отборе фактов и проблем.

*Степень раскрытия сущности вопроса* - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована достаточная осведомленность знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены 2-3 взгляда на рассматриваемую проблему и обосновано заключение; представлен критический обзор использованной литературы (использование современной научной литературы).

*Соблюдение требований к оформлению* – оформление текста частично не соответствует методическими требованиями и ГОСТу, в работе имеются ошибки правил русской орфографии и пунктуации, в целом выдержана стилистическая культура научного текста, четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), частично не соблюдена корректность при цитировании источников.

*Критерии оценивания презентации:* цвет фона плохо соответствует цвету текста, использовано более 4 цветов шрифта, некоторые страницы имеют свой стиль оформления, гиперссылки выделены, анимация дозирована, звуковой фон не соответствует единой концепции, но не носит отвлекающий характер, размер шрифта средний (соответственно, объём информации слишком большой — кадр несколько перегружен), ссылки работают, содержание включает в себя элементы научности, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) в определенных случаях соответствуют тексту, есть орфографические, пунктуационные, стилистические ошибки, наборы числовых данных чаще всего проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация является актуальной и современной ключевые слова в тексте, чаще всего, выделены.

*Критерии оценивания публичного выступления:* в выступлении нарушено логическое построение, выводы не аргументированы, испытывает затруднения при использовании профессиональной терминологии, в речи допускает орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает краткие ответы на вопросы, в целом соблюдены этические нормы поведения при защите работы, соблюдены требования к объёму доклада.

#### **Оценка «не зачтено»**

Оценка «не зачтено» - реферат не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 0-12 баллов.

*Критерии оценивания реферата:* актуальность темы не обоснована, не сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал не систематизирован, ограниченный диапазон используемого информационного пространства (привлечен 1 источник научной информации), отсутствует авторская позиция в реферате.

*Степень раскрытия сущности вопроса* - содержание реферата не соответствует теме, не продемонстрирована осведомленность знаний по теме, отсутствует личная оценка (вывод), представлен 1 позиция рассмотрения проблемы, заключение не обосновано, отсутствует критический обзор использованной литературы.

*Соблюдение требований к оформлению* – оформление текста не соответствует методическими требованиями и ГОСТу, в работе выполнена с ошибками правил русской орфографии и пунктуации, не выдержана стилистическая культура научного текста, отсутствует четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), не соблюдена корректность при цитировании источников.

*Критерии оценивания презентации:* цвет фона не соответствует цвету текста, использовано более 5 цветов шрифта, каждая страница имеет свой стиль оформления, гиперссылки не выделены, анимация отсутствует (или же презентация перегружена анимацией), звуковой фон не соответствует единой концепции, носит отвлекающий характер, слишком мелкий шрифт (соответственно, объём информации слишком велик — кадр перегружен), не работают отдельные ссылки, содержание не является научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) не соответствуют тексту, много орфографических, пунктуационных, стилистических ошибок, наборы числовых данных не проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация не представляется актуальной и современной, ключевые слова в тексте не выделены

*Критерии оценивания публичного выступления:* отказывается от защиты или в выступлении нарушено логическое построение, отсутствуют выводы, не использует профессиональную терминологию, в речи допускает значительном количестве орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, не отвечает на вопросы, нарушает со этические нормы поведения при защите работы, не соблюдены требования к объёму доклада.



## 2. Методические рекомендации по написанию эссе

*Эссе* - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем (тема может быть предложена и студентом, но обязательно должна быть согласована с преподавателем). Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

### *Построение эссе*

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

### *Структура эссе*

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);
2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

При работе над Введением могут помочь ответы на следующие вопросы: «Надо ли давать определения терминам, прозвучавшим в теме эссе?», «Почему тема, которую я раскрываю, является важной в настоящий момент?», «Какие понятия будут вовлечены в мои рассуждения по теме?», «Могу ли я разделить тему на несколько более мелких подтем?».

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершенно необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить. Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

### ***Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе***

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

*Тезис* - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

### ***Требования к фактическим данным и другим источникам***

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать,

необходимо убедиться в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

### *Как подготовить и написать эссе?*

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

*Планирование* - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

*Цель* должна определять действия.

*Идеи*, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

*Аналогии* - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

*Ассоциации* - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

*Предположения* - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

*Рассуждения* - формулировка и доказательство мнений.

*Аргументация* - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

*Суждение* - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

*Доводы* - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

*Источники.* Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

*Качество текста* складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

*Мысль* - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

*Внятность* - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

*Грамотность* отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

*Корректность* — это стиль написанного. Стиль определяется жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

### 3. Методические рекомендации по написанию реферата статьи

Реферирование представляет собой интеллектуальный творческий процесс, включающий осмысление, аналитико-синтетическое преобразование информации и создание нового документа - реферата, обладающего специфической языково-стилистической формой.

**Рефератом статьи** (далее - реферат) называется текст, передающий основную информацию подлинника в свернутом виде и составленный в результате ее смысловой переработки<sup>2</sup>.

Основными функциями рефератов являются следующие: информативная, поисковая, индикативная, справочная, сигнальная, адресная, коммуникативная.

*Информативная функция.* Поскольку реферат является кратким изложением основного содержания первичного документа, главная его задача состоит в том, чтобы передавать фактографическую информацию.

Отсюда информативность является наиболее существенной и отличительной чертой реферата.

*Поисковая и справочная функции.* Как средство передачи информации реферат нередко заменяет чтение первичного документа. Обращаясь к рефератам, пользователь осуществляет по ним непосредственный поиск информации, причем информации фактографической. В этом проявляется поисковая функция реферата, а также функция справочная, поскольку извлекаемая из реферата информация во многом представляет справочный интерес.

*Индикативная функция.* Реферат должен характеризовать оригинальный материал не только содержательно, но и описательно. Путем описания обычно даются дополнительные характеристики первичного материала: его вид (книга, статья), наличие в нем иллюстраций и т.д.

Кроме того, в реферате иногда приходится ограничиваться лишь названием или перечислением отдельных вопросов содержания. Это еще одно свойство реферата, которое принято называть индикативностью.

*Адресная функция.* Точным библиографическим описанием первичного документа одновременно достигается то, что реферат способен выполнять адресную функцию, без чего бессмысленен документальный информационный поиск.

*Сигнальная функция.* Эта функция реферата проявляется, когда осуществляется оперативное информирование с помощью авторских рефератов о планах выпуска литературы, а также о существовании неопубликованных, в том числе депонированных работ.

Диапазон использования рефератов очень широк. Они применяются как в индивидуальном, так и в коллективном информационном обеспечении, проводимом в интересах научно-исследовательских работ, учебного процесса и т.д. Они же являются средством международного обмена информацией и выполняют научно-коммуникативные функции в интернациональном масштабе.

Являясь наиболее экономным средством ознакомления с первоисточником, реферат должен отразить все существенные моменты последнего и особо выделить основную мысль автора. Многообразные функции реферата в системе научных коммуникаций можно объединить в следующие основные группы: информативные, поисковые, коммуникативные. Поскольку реферат передает в сжатом виде текст первоисточника, он позволяет специалисту либо получить релевантную информацию, либо сделать вывод о том, что обращаться к первоисточнику нет необходимости.

Существует три основных способа изложения информации в реферате.

*Экстрагирование* - представление информации первоисточника в реферате. Эта методика достаточно проста: референт отмечает предложения, которые затем полностью или с незначительным перефразированием переносятся в реферат-экстракт.

*Перефразирование* - наиболее распространенный способ реферативного изложения. Здесь имеет место частичное текстуальное совпадение с первоисточником. Перефразирование предполагает не использование значительной части сведений оригинала, а перестройку его смысловую и синтаксическую структуры. Перестройка текста достигается за счет таких операций, как замещение (одни фрагменты текста заменяются другими), совмещения (объединяются несколько предложений в одно) и обобщение.

*Интерпретация* - это способ реферативного изложения, когда содержание первоисточника может раскрываться либо в той же последовательности, либо на основе обобщенного представления о нем. Разновидностью интерпретированных рефератов могут быть авторефераты диссертаций, тезисы докладов научных конференций и совещаний.

Для качественной подготовки реферата необходимо владеть основными приемами анализа и синтеза, знать основные требования, предъявляемые к рефератам, их структурные и функциональные особенности.

Процесс реферирования делится на пять основных этапов:

1. Определение способа охвата первоисточника, который в данном конкретном случае наиболее целесообразен, для реферирования (общее, фрагментное, аспектное и т.д.).
2. Беглое ознакомительное чтение, когда референт решает вопрос о научно-практической значимости и информационной новизне первоисточника. Анализ его вида позволяет осуществить выбор аспектной схемы изложения реферата.
3. Конструирование текста реферата, которое осуществляется с использованием приемов перефразирования, обобщения, абстрагирования и т.д. Очень редко предложения или фрагменты оригинала используются без изменения. Запись полученных в результате синтеза конструкций осуществляется в последовательности, соответствующей разработанной схеме или плану.
4. Критический анализ полученного текста с точки зрения потребителя реферата.
5. Оформление и редактирование, которые являются заключительным этапом подготовки реферата.

Все, что в первичном документе не заслуживает внимания потребителя реферата, должно быть опущено. Так, в реферат не включаются:

- общие выводы, не вытекающие из полученных результатов;
- информация, не понятная без обращения к первоисточнику;
- общеизвестные сведения;
- второстепенные детали, избыточные рассуждения;
- исторические справки;
- детальные описания экспериментов и методик;
- сведения о ранее опубликованных документах и т. д.

Приемы составления реферата позволяют обеспечить соблюдение основных методических принципов реферирования: адекватности, информативности, краткости и достоверности.

Хотя реферат по содержанию зависит от первоисточника, он представляет собой новый, самостоятельный документ. Общими требованиями к языку реферата являются точность, краткость, ясность, доступность.

По своим языковым и стилистическим средствам реферат отличается от первоисточника, поскольку референт использует иные термины и строит предложения в соответствии со стилем реферата. Наряду с сообщением могут использоваться перифразы. Вместе с тем в ряде случаев стилистика реферата может совпадать с первоисточником, что особенно характерно для расширенных рефератов.

Изложение реферата должно обеспечивать наибольшую семантическую адекватность, семантическую эквивалентность, краткость и логическую последовательность. Для этого необходимы определенные лексические и грамматические средства. Адекватность и эквивалентность достигаются за счет правильного употребления терминов, краткость - за счет экономной структуры предложений и использования терминологической лексики.

Быстрое и адекватное восприятие реферата обеспечивается употреблением простых законченных предложений, имеющих правильную грамматическую форму. Громоздкие предложения затрудняют понимание реферата, поэтому сложные предложения, как правило, расчленяются на ряд простых при сохранении логических взаимоотношений между ними путем замены соединительных слов, например, местоимениями.

Широко используются неопределенно-личные предложения без подлежащего. Они концентрируют внимание читающего только на факте, усиливая тем самым информационно-справочную значимость реферата.

Реферату, как одному из жанров научного стиля, присущи те же семантико-структурные особенности, что и научному стилю в целом: объективность, однозначность, логичность изложения, безличная манера повествования, широкое использование научных терминов, абстрактной лексики и т.д. В то же время этот жанр имеет и свою специфику стиля: фактографичность (констатация фактов), обобщенно-отвлеченный характер изложения, предельная краткость, подчеркнутая логичность, стандартизация языкового выражения.

Рефераты делятся на информативные (реферат-конспект), индикативные, указательные (реферат-резюме) и обзорные (реферат-обзор)<sup>3</sup>. В основу их классификации положена степень аналитико-синтетической переработки источника.

*Информативные рефераты* включают в себя изложение (в обобщенном виде) всех основных проблем, изложенных в первоисточнике, их аргументацию, основные результаты и выводы, имеющие теоретическую и практическую ценность.

<sup>3</sup> Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. - 368с.

*Индикативные рефераты* указывают только на основные моменты содержания первоисточника. Их также называют реферативной аннотацией.

*Научные рефераты* отражают смысловую сторону образно-тематического содержания. В его основе лежат такие мыслительные операции, как обобщение и абстракция.

*Реферат-резюме* направлен на перечисление основных проблем источника без содержания доказательств.

Реферат, независимо от его типа, имеет единую структуру:

- название реферируемой работы (или выходные данные);
- композиция реферируемой работы;
- главная мысль реферируемого материала;
- изложение содержания;
- выводы автора по реферируемому материалу.

Обычно в самом первоисточнике главная мысль становится ясной лишь после прочтения всего материала, в реферате же с нее начинается изложение содержания, она предшествует всем выводам и доказательствам. Такая последовательность изложения необходима для того, чтобы с самого начала сориентировать читателя относительно основного содержания источника и его перспективной ценности. Выявление главной мысли источника становится весьма ответственным делом референта и требует от него вдумчивого отношения к реферируемому материалу. Иногда эта главная мысль самим автором даже не формулируется, а лишь подразумевается. Референту необходимо суметь сжато ее сформулировать, не внося своих комментариев.

Содержание реферируемого материала излагается в последовательности первоисточника по главам, разделам, параграфам. Обычно дается формулировка вопроса, приводится вывод по этому вопросу и необходимая цепь доказательств в их логической последовательности.

Следует иметь в виду, что иногда выводы автора не вполне соответствуют главной мысли первоисточника, так как могут быть продиктованы факторами, выходящими за пределы излагаемого материала. Но в большинстве случаев выводы автора вытекают из главной мысли, выявление которой и помогает их понять.

Перечень типичных смысловых частей информационного реферата и используемых в каждой из них типичных языковых средств представлен в таблице 1.

Таблица 1

**Перечень типичных смысловых частей информационного реферата и используемых в каждой из них типичных языковых средств**

Смысловые части реферата	Используемые языковые средства
1. Название реферируемой работы (или выходные данные)	- В. Вильсон. Наука государственного управления // Классики теории государственного управления: американская школа. Под ред. ДЖ. Шафритца, А. Хайда. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – с. 24-42.; - Статья называется (носит название, озаглавлена)
2. Композиция реферируемой работы	- Статья <ul style="list-style-type: none"> <li>• состоит из.....</li> <li>• делится на .....</li> <li>• начинается с.....</li> <li>• кончается (чем?).....;</li> </ul> - В статье можно выделить две части.....
3. Проблематика и основные положения работы	- Статья <ul style="list-style-type: none"> <li>• посвящена теме (проблеме, вопросу) .....</li> <li>• представляет собой анализ (обзор, описание, обобщение, изложение) .....</li> </ul> - Автор статьи



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ставит (рассматривает, освещает, поднимает, затрагивает) следующие вопросы (проблемы) .....</li> <li>• особо останавливается (на чем?) .....</li> <li>• показывает значение (чего?) .....</li> <li>• раскрывает сущность (чего?) .....</li> <li>• обращает внимание (на что?) .....</li> <li>• уделяет внимание (чему?) .....</li> <li>• касается (чего?) .....</li> </ul> <p>- В статье</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• рассматривается (что?) ....</li> <li>• анализируется (что?) .....</li> <li>• делается анализ (обзор, описание, обобщение, изложение) (чего?) .....</li> <li>• раскрывается, освещается вопрос...</li> <li>• обобщается (что?) .....</li> <li>• отмечается важность (чего?) .....</li> <li>• касается (чего?).....</li> </ul> <p>- В статье</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• показано (что?) .....</li> <li>• уделено большое внимание (чему?) .....</li> <li>• выявлено (что?) .....</li> <li>• уточнено (что?) .....</li> </ul>
4. Аргументация основных положений работы	<p>- Автор</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• приводит примеры (факты, цифры, данные) .....</li> <li>• иллюстрирует это положение .....</li> <li>• подтверждает (доказывает, аргументирует) свою точку зрения примерами (данными)...</li> </ul> <p>- в подтверждение своей точки зрения автор приводит доказательства (аргументы, ряд доказательств, примеры, иллюстрации, данные, результаты наблюдений)...</p> <p>- Для доказательств своих положений автор описывает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• эксперимент .....</li> <li>• в ходе эксперимента автор привлекал ...</li> </ul>
5. Выводы, заключения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выполненные исследования показывают...</li> <li>• приведенные наблюдения (полученные данные) приводят к выводу (позволяют сделать выводы)..</li> <li>• из сказанного можно сделать вывод, что .....</li> <li>• анализ результатов свидетельствует ...</li> </ul> <p>- На основании проведенных наблюдений (полученных данных, анализ результатов)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• был сделан вывод (можно сделать заключение) ....</li> <li>• автор приводит выводы .....</li> </ul>

Реферат может содержать комментарий референта, только в том случае, если референт является достаточно компетентным в данном вопросе и может вынести квалифицированное суждение о реферируемом материале. В комментарий входят критическая характеристика первоисточника, актуальность освещенных в нем вопросов, суждение об эффективности предложенных решений, указание, на кого рассчитан реферируемый материал.

Комментарий реферата может содержать оценку тех или иных положений, высказываемых автором реферируемой работы. Эта оценка чаще всего выражает согласие или несогласие с точкой зрения автора. Языковые средства, которые используются при этом, рассмотрены в таблице 2.

Таблица 2

**Языковые средства, используемых при оценке те положений, высказываемых автором реферируемой работы**

Смысловые части комментария	Используемые языковые средства
Смысловые части комментария	<p>- Автор</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• справедливо указывает ....</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• правильно подходит к анализу (оценке) ....</li> <li>• убедительно доказывает ....</li> <li>• отстаивает свою точку зрения ....</li> <li>• критически относится к работам предшественников .....</li> </ul> <p>- Мы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разделяем точку зрения (мнения, оценку) автора .....</li> <li>• придерживаемся подобного же мнения ...</li> <li>• критически относимся к работам предшественников ....</li> </ul> <p>- Можно согласиться с автором, что .....</p> <p>- Следует признать достоинства такого подхода к решению ....</p>
Несогласие (отрицательная оценка)	<p>- Автор</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не раскрывает содержания (противоречий, разных точек зрения) ...</li> <li>• противоречит себе (известным фактам) .....</li> <li>• игнорирует общеизвестные факты .....</li> <li>• упускает из вида .....</li> <li>• не критически относится к высказанному положению .....</li> <li>• не подтверждает сказанное примерами....</li> </ul> <p>- Мы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• придерживаемся другой точки зрения (другого, противоположного мнения)</li> <li>• не можем согласиться (с чем?) ...</li> <li>• трудно согласиться с автором (с таким подходом к решению проблемы, вопроса, задачи) ....</li> <li>• можно выразить сомнение в том, что .....</li> <li>• дискуссивно (сомнительно, спорно) , что .....</li> <li>• к недостаткам работы можно отнести .....</li> </ul>

В реферате могут быть использованы цитаты из реферируемой работы. Они всегда ставятся в кавычки. Следует различать три вида цитирования, при этом знаки препинания ставятся, как в предложениях с прямой речью.

1. Цитата стоит после слов составителя реферата. В этом случае после слов составителя реферата ставится двоеточие, а цитата начинается с большой буквы. Например: Автор статьи утверждает: «В нашей стране действительно произошел стремительный рост национального самосознания».

2. Цитата стоит перед словами составителя реферата. В этом случае после цитаты ставится запятая и тире, а слова составителя реферата пишутся с маленькой буквы. Например: «В нашей стране действительно стремительный рост национального самосознания», - утверждает автор статьи.

3. Слова составителя реферата стоят в середине цитаты. В этом случае перед ними и после них ставится точка с запятой. Например: «В нашей стране, - утверждает автор статьи, - действительно стремительный рост национального самосознания».

Цитата непосредственно включается в слова составителя реферата. В этом случае (а он является самым распространенным в реферате) цитата начинается с маленькой буквы. Например: Автор статьи утверждает, что «в нашей стране действительно стремительный рост национального самосознания».

#### 4. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

*Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций.* Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации<sup>4</sup>. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

<sup>4</sup> Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Знакомство с небольшими практико-ориентированными заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированными заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.

2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.

3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированному заданию и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.

4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.

5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированным заданием.

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливаются заранее и предлагаются студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один-два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

*Дискуссия* занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

*Метод «мозговой атаки»* или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в

качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;
- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

**Презентация**, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода *case-study*. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего

вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффективна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного анализа (правильность предложений, подготовленность, аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;

- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющих в практико-ориентированное задание;
  - формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
  - демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

## 5. Методические рекомендации по составлению тестовых заданий

### *Требования к составлению тестовых заданий*

**Тестовое задание (ТЗ)** - варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, сформулированная в утвердительной форме предложения с неизвестным. Подстановка правильного ответа вместо неизвестного компонента превращает задание в истинное высказывание, подстановка неправильного ответа приводит к образованию ложного высказывания, что свидетельствует о незнании студентом данного учебного материала.

Для правильного составления ТЗ необходимо выполнить следующие *требования*:

1. Содержание каждого ТЗ должно охватывать какую-либо одну смысловую единицу, то есть должно оценивать что-то одно.
2. Ориентация ТЗ на получение *однозначного* заключения.
3. Формулировка содержания ТЗ в виде свернутых кратких суждений. Рекомендуемое количество слов в задании не более 15. В тексте не должно быть преднамеренных подсказок и сленга, а также оценочных суждений автора ТЗ. Формулировка ТЗ должна быть в повествовательной форме (не в форме вопроса). По возможности, текст ТЗ не должен содержать сложноподчиненные конструкции, повелительного наклонения («выберите», «вычислите», «укажите» и т.д). Специфический признак (ключевое слово) выносится в начало ТЗ. Не рекомендуется начинать ТЗ с предлога, союза, частицы.
4. Соблюдение единого стиля оформления ТЗ.

### *Требования к формам ТЗ*

ТЗ может быть представлено в одной из четырех стандартизованных форм:

- закрытой (с выбором одного или нескольких заключений);
- открытой;
- на установление правильной последовательности;
- на установление соответствия.

Выбор формы ТЗ зависит от того, какой вид знаний следует проверить. Так, для оценки фактологических знаний (знаний конкретных фактов, названий, имён, дат, понятий) лучше использовать тестовые задания закрытой или открытой формы.

Ассоциативных знаний (знаний о взаимосвязи определений и фактов, авторов и их теорий, сущности и явления, о соотношении между различными предметами, законами, датами) - заданий на установление соответствия. Процессуальных знаний (знаний правильной последовательности различных действий, процессов) - заданий на определение правильной последовательности.

#### ***Тестовое задание закрытой формы***

Если к заданиям даются готовые ответы на выбор (обычно один правильный и остальные неправильные), то такие задания называются заданиями с выбором одного правильного ответа или с единичным выбором.

При использовании этой формы следует руководствоваться правилом: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.

Помимо этого, бывают задания с выбором нескольких правильных ответов или с множественным выбором. Подобная форма заданий не допускает наличия в общем перечне ответов следующих вариантов: «все ответы верны» или «нет правильного ответа».

Вариантов выбора (дистракторов) должно быть не менее 4 и не более 7. Если дистракторов мало, то возрастает вероятность угадывания правильного ответа, если



слишком много, то делает задание громоздким. Кроме того, дистракторы в большом количестве часто бывают неоднородными, и тестируемый сразу исключает их, что также способствует угадыванию.

Дистракторы должны быть приблизительно одной длины. Не допускается наличие повторяющихся фраз (слов) в дистракторах.

#### ***Тестовое задание открытой формы***

В заданиях открытой формы готовые ответы с выбором не даются. Требуется сформулированное самим тестируемым заключение. Задания открытой формы имеют вид неполного утверждения, в котором отсутствует один или несколько ключевых элементов. В качестве ключевых элементов могут быть: число, буква, слово или словосочетание. При формулировке задания на месте ключевого элемента, необходимо поставить прочерк или многоточие. Утверждение превращается в истинное высказывание, если ответ правильный и в ложное высказывание, если ответ неправильный. Необходимо предусмотреть наличие всех возможных вариантов правильного ответа и отразить их в ключе, поскольку отклонения от эталона (правильного ответа) могут быть зафиксированы проверяющим как неверные.

#### ***Тестовые задания на установление правильной последовательности***

Такое задание состоит из однородных элементов некоторой группы и четкой формулировки критерия упорядочения этих элементов.

Задание начинается со слова: «Последовательность».

#### ***Тестовые задания на установление соответствия***

Такое задание состоит из двух групп элементов и четкой формулировки критерия выбора соответствия между ними.

Соответствие устанавливается по принципу 1:1 (одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы) или 1:М (одному элементу первой группы соответствуют М элементов второй группы). Внутри каждой группы элементы должны быть однородными. Количество элементов второй группы должно превышать количество элементов первой группы. Максимальное количество элементов второй группы должно быть не более 10, первой группы - не менее 2.

Задание начинается со слова: «Соответствие». Номера и буквы используются как идентификаторы (метки) элементов. Арабские цифры являются идентификаторами первой группы, заглавные буквы русского алфавита - второй. Номера и буквы отделяются от содержания столбцов круглой скобкой.

## 6. Требования к написанию и оформлению доклада

**Доклад (или отчёт)** – один из видов монологической речи, публичное, развёрнутое, официальное, сообщение по определённому вопросу, основанное на привлечении документальных данных.

Обычно любая научная работа заканчивается докладом на специальном научном семинаре, конференции, где участники собираются, чтобы обсудить научные проблемы. На таких семинарах (конференциях) всегда делается доклад по определённой теме. Доклад содержит все части научного отчёта или статьи. Это ответственный момент для докладчика. Здесь проверяются знание предмета исследования, способности проводить эксперимент и объяснять полученные результаты. С другой стороны, люди собираются, чтобы узнать что-то новое для себя. Они тратят своё время и хотят провести время с пользой и интересом. После выступления докладчика слушатели обязательно задают вопросы по теме выступления, и докладчику необходимо научиться понимать суть различных вопросов. Кроме того, на семинаре задача обсуждается, рассматривается со всех сторон, и бывает, что автор узнаёт о своей работе много нового. Часто возникают интересные идеи и неожиданные направления исследований. Работа становится более содержательной. Следовательно, доклад необходим для развития самой науки и для студентов. В этом состоит главное предназначение доклада.

На студенческом семинаре (конференции) всегда подводится итог, делаются выводы, принимается решение или соответствующее заключение. Преподаватель (жюри) выставляет оценку за выполнение доклада и его предьявление, поскольку в учебном заведении данная форма мероприятия является обучающей. Оценки полезно обсуждать со студентами: это помогает им понять уровень их собственных работ. С лучшими сообщениями, сделанными на семинарах, студенты могут выступать впоследствии на студенческих конференциях. Поэтому каждому студенту необходимо обязательно предварительно готовить доклад и учиться выступать публично.

Непосредственная польза выступления студентов на семинаре (конференции) состоит в следующем.

1. Выступление позволяет осуществлять поиск возможных ошибок в постановке работы, методике исследования, обобщении полученных результатов, их интерпретации. Получается, что студенты помогают друг другу улучшить работу. Что может быть ценнее?

2. Выступление дает возможность учиться излагать содержание работы в короткое время, схватывать суть вопросов и толково объяснять существо. Следовательно, учиться делать доклад полезно для работы в любой области знаний.

3. На семинаре (конференции) докладчику принято задавать вопросы. Студентам следует знать, что в научной среде не принято осуждать коллег за заданные в процессе обсуждения вопросы. Однако вопросы должны быть заданы по существу проблемы, исключать переход на личностные отношения. Публичное выступление позволяет студентам учиться корректно, лаконично и по существу отвечать на вопросы, демонстрировать свои знания.

### ***Требования к подготовке доклада***

Доклад может иметь форму публичной лекции, а может содержать в себе основные тезисы более крупной работы (например, реферата, курсовой, дипломной работы, научной статьи). Обычно от доклада требуется, чтобы он был:

- точен в части фактического материала и содержал обоснованные выводы;
- составлен с учетом [точки зрения](#) адресата;

- посвящен проблемам, непосредственно относящимся к определенной теме;
- разделен на части, логично построенные;
- достаточно обширен, чтобы исчерпать заявленную тему доклада, но не настолько, чтобы утомлять адресата;
- интересно написан и легко читался (слушался);
- понятен, нагляден и привлекателен по оформлению.

Как правило, доклад содержит две части: текст и иллюстрации. Представление рисунков, таблиц, графиков должно быть сделано с помощью компьютера. Компьютер - идеальный помощник при подготовке выступления на семинаре (конференции). Каждая из частей доклада важна. Хорошо подготовленному тексту всегда сопутствует хорошая презентация. Если докладчик не нашёл времени хорошо подготовить текст, то у него плохо подготовлены и иллюстрации. Это неписаное правило.

Доклад строится по определённой схеме. Только хорошая система изложения даёт возможность логично, взаимосвязано, кратко и убедительно изложить результат. Обычно участники конференции знают, что должно прозвучать в каждой части выступления. В мире ежегодно проходят тысячи семинаров, сотни различных конференций, технология создания докладов совершенствуется. Главное - говорить о природе явления, о процессах, проблемах и причинах Вашего способа их решения, аргументировать каждый Ваш шаг к цели.

На следующие вопросы докладчику полезно ответить самому себе при подготовке выступления, заблаговременно (хуже, если подобные вопросы возникнут у слушателей в процессе доклада). Естественно, отвечать целесообразно честно...

#### 1. Какова цель выступления?

Или: «Я, автор доклада, хочу...»:

- информировать слушателей о чем-то;
- объяснить слушателям что-то;
- обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т.п.) со слушателями;
- спросить у слушателей совета;
- сделать себе PR;
- пожаловаться слушателям на что-то (на жизнь, ситуацию в стране и т.п.).

Т.е. ради чего, собственно, затевается выступление? Если внятного ответа на Вопрос нет, то стоит задуматься, нужно ли такое выступление?

#### 2. Какова аудитория?

На кого рассчитано выступление:

- на студентов;
- на клиента (-ов);
- на коллег-профессионалов;
- на конкурентов;
- на присутствующую в аудитории подругу (друзей)?

#### 3. Каков объект выступления?

О чем собственно доклад, что является его «ядром»:

- одна модель;
- серия моделей;
- динамика изменения модели (-ей);
- условия применения моделей;
- законченная методика;
- типовые ошибки;
- прогнозы;
- обзор, сравнительный анализ;
- постановка проблемы, гипотеза;
- иное?

Естественно, качественный доклад может касаться нескольких пунктов из приведенного списка...

4. Какова актуальность доклада?

Или: почему сегодня нужно говорить именно об этом?

5. В чем заключается новизна темы?

Или: если заменить многоумные и иноязычные термины в тексте доклада на обычные слова, то не станет ли содержание доклада банальностью?

Ссылается ли автор на своих предшественников? Проводит ли сравнение с существующими аналогами?

Стоит заметить, что новизна и актуальность - разные вещи. Новизна характеризует насколько ново содержание выступления по сравнению с существующими аналогами. Актуальность - насколько оно сейчас нужно. Бесспорно, самый выигрышный вариант - и ново, и актуально. Неплохо, если актуально, но не ново. Например, давняя проблема, но так никем и не решенная. Терпимо, если не актуально, но ново - как прогноз. Пример: сделанный Д.И. Менделеевым в XIX веке прогноз, что в будущем дома будут не только обогревать, но и охлаждать (кондиционеров тогда и вправду не знали).

Но если и не ново и не актуально, то нужно ли кому-то такое выступление?

6. Разработан ли автором план (структура и логика) выступления?

Есть ли логичная последовательность авторской мысли? Или же автор планирует свой доклад в стиле: «чего-нибудь наболтаю, а наглядный материал и вопросы слушателей как-нибудь помогут вытянуть выступление...?»

Есть ли выводы с четкой фиксацией главного и нового? Как они подводят итог выступлению?

7. Наглядная иллюстрация материалов

Нужна ли она вообще, и если да, то, что в ней будет содержаться? Отражает ли она логику выступления?

Иллюстрирует ли сложные места доклада?

Важно помнить: иллюстративный материал не должен полностью дублировать текст доклада. Слушатель должен иметь возможность записывать: примеры, дополнения, подробности, свои мысли... А для этого необходимо задействовать как можно больше видов памяти. Гигантской практикой образования доказано: материал усваивается лучше, если зрительная и слуховая память подкрепляются моторной. Т.е. надо дать возможность слушателям записывать, а не только пассивно впитывать материал.

Следует учитывать и отрицательный момент раздаточных материалов: точное повторение рассказа докладчика. Или иначе: если на руках слушателей (в мультимедийной презентации) есть полный письменный текст, зачем им нужен докладчик? К слову сказать, часто красивые слайды не столько иллюстрируют материал, сколько прикрывают бедность содержания...

8. Корректные ссылки

Уже много веков в научной среде считается хорошим тоном указание ссылок на первоисточники, а не утаивание их.

9. Что останется у слушателей:

- раздаточный или наглядный материал: какой и сколько?
- собственные записи: какие и сколько? И что сделано автором по ходу доклада для того, чтобы записи слушателей не исказили авторский смысл?
- в головах слушателей: какие понятия, модели, свойства и условия применения были переданы слушателям?

### ***Требования к составлению доклада***

Полезно придерживаться следующей схемы составления доклада на семинаре (конференции).

Время Вашего доклада ограничено, обычно на него отводится 5-7 минут. За это время докладчик может успеть зачитать в темпе обычной разговорной речи текст объёмом не более 3-5-и листов формата А4. После доклада - вопросы слушателей и ответы докладчика (до 3 минут). Полное время Вашего выступления - не более 10-и минут.

Сначала должно прозвучать название работы и фамилии авторов. Обычно название доклада и авторов произносит руководитель семинара (председатель конференции). Он представляет доклад, но допустим и такой вариант, при котором докладчик сам произносит название работы и имена участников исследования. Потраченное время - примерно 30 с.

Следует знать, что название - это краткая формулировка цели. Поэтому название должно быть конкретным и ясно указывать, на что направлены усилия автора. Если в названии менее 10-и слов - это хороший тон. Если больше - рекомендуется сократить. Так советуют многие международные журналы. В выступлении можно пояснить название работы другими словами. Возможно, слушатели лучше Вас поймут, если Вы скажете, какое явление исследуется, что измеряется, что создаётся, разрабатывается или рассчитывается. Максимально ясно покажите, что именно Вас интересует.

#### ***Введение (до 1 мин)***

В этой части необходимо обосновать необходимость проведения исследования и его актуальность. Другими словами, Вы должны доказать, что доклад достоин того, чтобы его слушали. Объясните, почему важно исследовать данное явление. Расскажите, чем интересен выбранный объект с точки зрения науки, заинтересуйте своих слушателей темой Вашего исследования.

Скажите, кто и где решал подобную задачу. Укажите сильные и слабые стороны известных результатов. Учитывайте то, что студенту необходимо учиться работать с литературой, анализировать известные факты. Назовите источники информации, Ваших предшественников по имени, отчеству и фамилии и кратко, какие ими были получены результаты. Обоснуйте достоинство Вашего способа исследования в сравнении с известными результатами. Учтите, что студенческое исследование может быть и познавательного характера, то есть можно исследовать известный науке факт. Поясните, чем он интересен с Вашей точки зрения. Ещё раз сформулируйте цель работы и покажите, какие задачи необходимо решить, чтобы достигнуть цели. Что нужно сделать, создать, решить, вычислить? Делите целое на части - так будет понятнее и проще.

#### ***Методика исследования (до 30 сек.)***

Методика, или способ исследования, должна быть обоснована. Поясните, покажите преимущества и возможности выбранной Вами методики при проведении экспериментального исследования.

#### ***Теоретическая часть (до 1 мин)***

Эта часть обязательна в докладе. Редкий случай, когда можно обойтись без теоретического обоснования предстоящей работы, ведь экспериментальное исследование должно базироваться на теории. Здесь необходимо показать сегодняшний уровень Вашего понимания проблемы и на основании теории попытаться сформулировать постановку задачи. Покажите только основные соотношения и обязательно дайте комментарий. Скажите, что основная часть теории находится в содержании работы (реферате).

#### ***Экспериментальная часть (для работ экспериментального типа) (1,5-2 мин.)***

Покажите и объясните суть проведённого Вами эксперимента. Остановитесь только на главном, основном. Второстепенное оставьте для вопросов.

#### ***Результаты работы (до 1 мин.)***

1. Перечислите основные, наиболее важные, на Ваш взгляд, результаты работы.
2. Расскажите, как он был получен, укажите его характерные особенности.

3. Поясните, что Вы считаете самым важным и почему.
4. Следует ли продолжать исследование, и, если да, то в каком направлении?
5. Каким результатом можно было бы гордиться? Остановитесь на нём подробно.
6. Скажите, что следует из представленной вами информации.
7. Покажите, удалось ли разобраться в вопросах, сформулированных при постановке задачи. Обязательно скажите, достигнута ли цель работы. Закончено ли исследование?
8. Какие перспективы?
9. Покажите, что результат Вам нравится.

#### ***Выводы (до 1 мин.)***

Сжато и чётко сформулируйте выводы. Покажите, что твёрдо установлено в результате проведённого теоретического или экспериментального исследования. Что удалось надёжно выяснить? Какие факты заслуживают доверия?

#### ***Завершение доклада***

Поблагодарите всех за внимание. Помните: если Вы закончили свой доклад на 15 секунд раньше, все останутся довольны и будут ждать начала вопросов и дискуссию. Если Вы просите дополнительно ещё 3 минуты, Вас смогут потерпеть. Это время могут отнять от времени для вопросов, где Вы могли бы показать себя с хорошей стороны. Поэтому есть смысл предварительно хорошо "вычитать" (почти выучить) доклад. Это лучший способ научиться управлять временем.

#### ***Требования к предъявлению доклада во время выступления***

Докладчику следует знать следующие приёмы, обеспечивающие эффективность восприятия устного публичного сообщения.

##### *Приемы привлечения внимания*

1. Продуманный первый слайд презентации.
2. Обращение.
3. Контакт глаз.
4. Позитивная мимика.
5. Уверенная пантомимика и интонация.
6. Выбор места.

##### *Приемы привлечения интереса*

В формулировку актуальности включить информацию о том, в чём может быть личный интерес слушателей, в какой ситуации они могут его использовать?

*Приемы поддержания интереса и активной мыслительной деятельности слушателей*

1. Презентация (образы, схемы, диаграммы, логика, динамика, юмор, оформление).
2. Соответствующая невербальная коммуникация (все составляющие!!!).
3. Речь логичная, понятная, средний темп, интонационная выразительность.
4. Разговорный стиль.
5. Личностная вовлеченность.
6. Образные примеры.
7. Обращение к личному опыту.
8. Юмор.
9. Цитаты.
10. Временное соответствие.

##### *Приемы завершения выхода из контакта*

- обобщение;
- метафора, цитата;
- побуждение к действию.

## 7. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

### *Письменный опрос*

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

### *Устный опрос*

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии <sup>5</sup>.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)<sup>6</sup>.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

---

<sup>6</sup> Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii\\_dlya\\_studentov\\_21.pdf](http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf)

<sup>□</sup> Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: [http://priab.ru/images/metod\\_agro/Metod\\_Inostran\\_yazyk\\_35.03.04\\_Agro\\_15.01.2016.pdf](http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf)



## **8. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

## **9.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям**

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется

ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

## **10. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов**

*Экзамен* - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях

напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды

целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;

- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;



- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столов и диспутах по проблемам управления персоналом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.
2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>
3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации по написанию

## ВВЕДЕНИЕ

Горные инженеры, геологи и геофизики сталкиваются с самыми разнообразными явлениями природы, химическими по своей сущности: быстрой выветриваемостью, окисляемостью, различной смачиваемостью горных пород, с особенностями воздушной среды под землей, с обводненностью горных выработок, агрессивностью рудничных вод. Поэтому им требуются более глубокие знания по химии, чем любому другому специалисту. Инженеры горнодобывающей отрасли способны справиться с современными задачами горно-металлургической и горно-химической промышленности только зная весь путь от разведки полезного ископаемого до его переработки. Физико-химическая некомпетентность горных инженеров и геологов является причиной недостатков в развитии горной науки, техники и технологии, бедственного экологического положения горных предприятий.

Роль химии в подготовке инженеров непрерывно возрастает в связи с необходимостью решения задач по снижению уровня потерь полезных компонентов и увеличению комплексности использования руд, рациональному применению вскрышных пород, очистке и использованию шахтных вод и сточных вод обогатительных фабрик, защите от коррозии бурового и горнодобывающего оборудования, заблаговременной дегазации угольных месторождений, применению физико-химических методов упрочнения грунтов, геотехнологическим методам добычи полезных ископаемых.

В горном деле широко применяются химические материалы: химические растворы при бурении и тампонаже скважин, взрывчатые вещества при отбойке угля, руды и породы, химические добавки, препятствующие распылению угля и налипанию льда на конвейерную ленту, материалы для покрытия из пены, предохраняющей от промерзания участка разработки, компоненты для отвердевания закладочных смесей, огнетушащие составы, синтетические смолы для укрепления горных пород, реагенты для флотации и обогащения руд и большой ассортимент таких обычных химикатов как горючие и смазочные материалы, цемент, стекло, керамика, гидро-, термо- и электроизоляционные материалы, лаки, краски, пластмассы, резина.

Еще благодаря усилиям Д.И. Менделеева, химию, как одну из фундаментальных дисциплин, стали преподавать во всех высших школах России.

Химия вместе с физикой и математикой составляет основу профессиональной подготовки специалистов высокой квалификации.

Будущие специалисты должны получить такой комплекс знаний по химии, который составит базу для успешного освоения последующих дисциплин и правильного использования материалов, применяемых в технике.

Теоретические разделы химии, такие как строение электронных оболочек атомов, основные виды химических связей, химическая кинетика и равновесие, окислительно-восстановительные потенциалы, водородный показатель, произведение растворимости, свойства комплексных соединений, позволяет правильно ориентироваться в вопросах, связанных непосредственно со свойствами и превращениями минералов и горных пород.

Горные породы и руды состоят из минералов. К минералам относят природные химические соединения. Неорганические минералы подразделяются на минеральные типы, названия которым присваиваются согласно классификации неорганических веществ и их номенклатуре. По химическому составу минералы подразделяют на:

- а) простые вещества (металлы, неметаллы),
- б) карбиды, нитриды, фосфиды, сульфиды, арсениды, селениды, оксиды, гидроксиды, галогениды и др.,
- в) соли кислородсодержащих кислот (силикаты, фосфаты, арсенаты, ванадаты, бораты, карбонаты, сульфаты, нитраты, вольфраматы, молибдаты, хроматы, иодаты и др.).

Основа химической номенклатуры - русские названия химических элементов, приведенные в периодической системе Д.И. Менделеева, которые не всегда совпадают с латинскими названиями, например, гидрогениум - водород, оксигениум - кислород.

К неметаллам относят:

He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, F, Cl, Br, J, At, O, S, Se, Te, N, P, As, C, Si, B, H, остальные элементы - металлы.

Названия простых веществ состоят их одного слова - наименования химического элемента с числовой приставкой, например: O<sub>3</sub> - трикислород, P<sub>4</sub> - тетрафосфор, S<sub>8</sub> - октасера.

Используют также числовые приставки:

1 - моно	7 - гепта
2 - ди	8 - окта
3 - три	9 - нона
4 - тетра	10 - дека
5 - пента	11 - ундека

6 - гекса

12 - додека

В химических формулах сложных веществ на первом месте (слева) всегда записывают формульные обозначения электроположительных составляющих, а за ними указывают формульные обозначения электроотрицательных составляющих. Например,  $\text{PCl}_3$ .

Названия сложных веществ составляются по их химических формулам справа налево. Они складываются из двух слов - названий электроотрицательных составляющих (условных или реальных катионов) в именительном падеже и электроположительных составляющих (условных или реальных катионов) в родительном падеже, например:  $\text{PCl}_3$  - трихлорид фосфора,  $\text{CO}$  - монооксид углерода.

Названия одноэлементных анионов оканчиваются на -ид, а названия многоэлементных анионов - на -ат.

Для построения названий сложных веществ используются корни (иногда усеченные) русских названий элементов, например, бериллий - бериллат, молибден - молибдат, фосфор - фосфид и фосфат. Традиционно применяются корни латинских названий для элементов: серебро, мышьяк, золото, углерод, медь, железо, ртуть, марганец, азот, никель, свинец, сера, сурьма, кремний, олово:

Ag - аргентат

As - арсенат

Au - аурат

C - карбид, карбонат

Cu - купрат

Fe - феррат

Hg - меркурат

Mn - манганат

N - нитрид, нитрат

Ni - никелат

Pb - плюмбат

S - сульфид, сульфат

Sb - стибид (антимонид), стибат

Si - силицид, силикат

Sn - станнат

В названиях сложных веществ употребляются как числовые приставки, так и степени окисления катиона (обычно металлического) при точно известном заряде аниона, например,  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  - декаоксид тетрафосфора,  $\text{V}_2\text{O}_5$  - оксид ванадия (V),  $\text{Bi}(\text{OH})_3$  - гидроксид висмута (III).

Названия кислот и кислотных остатков приводятся в учебном пособии [1]. Названия кислотных остатков используют при построении названий солей. Соли - продукты реакций нейтрализации. Соли, содержащие кислотные остатки с незамещенными атомами водорода, - к и с л ы е соли. Соли, содержащие гидроксид-ионы, называют о с н о в н ы м и солями.

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  - дигидрофосфат кальция

$\text{KHSO}_4$  - гидросульфат калия

$\text{FeOH}(\text{NO}_3)_2$  - гидроксонитрат железа (III)  
 $(\text{CaOH})_2\text{SO}_4$  - гидроксосульфат кобальта (II)  
 $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$  - дигидроксид-карбонат димеди

Если соли содержат два разных катиона, то их называют  
д в о й н ы м и.

$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$  - сульфат алюминия-калия  
 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  - карбонат магния-кальция

## ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Прежде чем приступить к работе по данной теме, следует изучить ее по описанию, уяснить цель задания и план его выполнения.

Не загромождайте рабочее место портфелями, свертками, сумками, перчатками и т.п. Для них отведены специальные этажерки. На рабочем столе должны находиться только необходимые приборы и лабораторный журнал.

Работайте тщательно, аккуратно, без лишней торопливости, соблюдайте в лаборатории тишину.

Внимательно наблюдайте за ходом опыта, отмечая и записывая каждую его особенность.

Категорически запрещается в лаборатории принимать пищу, пробовать химические вещества на вкус.

Без указания преподавателя не проводите никаких дополнительных опытов.

После окончания работы вымойте использованную посуду, выключите воду, электрические приборы и приведите в порядок рабочее место.

## ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ХИМИЧЕСКИМИ РЕАКТИВАМИ

Для выполнения работ в лаборатории имеется определенный набор химических реактивов, часть которых размещается на лабораторных столах (водные растворы солей), а остальные - концентрированные и разбавленные кислоты и щелочи, сухие соли, дурно пахнущие вещества - в вытяжных шкафах.

При использовании реактивов следует соблюдать следующие правила:

1. Не разрешается уносить реактивы из вытяжного шкафа на рабочее место.

2. Сухие реактивы набирают чистым шпателем или ложечкой.
3. Для проведения опыта в пробирке брать сухое вещество в количестве, закрывающем дно пробирки, а раствора - не более  $1/6$  ее объема.
4. Избыток реактива нельзя высыпать (выливать) обратно в те склянки, из которых они были взяты.
5. Не следует путать пробирки от разных склянок. Крышки и пробки кладут на стол поверхностью, не соприкасающейся с реактивом.
6. При нагревании растворов в пробирке держать ее таким образом, чтобы отверстие пробирки было направлено в сторону от работающего и его соседей по рабочему месту.
7. При разбавлении концентрированных кислот вливать кислоту в воду, а не наоборот.
8. Остатки растворов, содержащих кусочки металлов, собирают в специальные склянки, находящиеся в вытяжных шкафах.

## ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

При порезах стеклом удаляют осколки из раны, смазывают края раны раствором йода и перевязывают бинтом.

При ожоге горячей жидкостью или горячим предметом обожженное место обрабатывают раствором перманганата калия, накладывают мазь от ожога.

При ожогах кислотами сразу промывают обожженное место большим количеством воды, а затем 3%-ным раствором гидрокарбоната натрия.

При ожогах едкими щелочами хорошо и обильно промыть обожженное место проточной водой, затем разбавленным раствором уксусной кислоты и опять водой.

При попадании кислоты или щелочи в глаза немедленно промыть глаза в течение трех минут большим количеством воды, а затем раствором гидрокарбоната натрия или борной кислоты.

## ОФОРМЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ЖУРНАЛА

Каждый студент должен иметь лабораторный журнал - отдельную тетрадь для записей.

В лабораторном журнале студент выполняет отчеты по лабораторным работам, домашние задания, решает задачи, отвечает на контрольные вопросы.

Все наблюдения и выводы по экспериментальной работе студент заносит в лабораторный журнал непосредственно после выполнения опыта.

Отчеты по выполненным лабораторным работам должны содержать:

- 1) название лабораторной работы,
- 2) названия всех проделанных опытов,
- 3) после названия опыта записывается уравнение проделанной реакции, в котором указываются осадки ( $\downarrow$ ) и их окраска, газы ( $\uparrow$ ), изменения окраски растворов,
- 4) задания, указанные в методическом руководстве,
- 5) выводы по каждому опыту и общий вывод по работе.

## 1. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ОКСИДОВ И ГИДРОКСИДОВ

Цель работы - изучение изменения кислотно-основных свойств гидроксидов в периодах и группах периодической системы Д.И. Менделеева.

Периодическая система Д.И. Менделеева - естественная система химических элементов, созданная на основе периодического закона.

Положение элемента в периодической системе определяет физико-химические свойства соответствующих им простых веществ и химических соединений.

Периодичность свойств химических соединений удобно проследить на примере оксидов и гидроксидов. Оксиды и гидроксиды относятся к основным порообразующим минералам, они широко распространены и составляют 17% от массы земной коры.

В табл.1.1. приведены наиболее часто встречающиеся реакции взаимодействия оксидов и гидроксидов с водой.

Кислотно-основные свойства соединений можно объяснить на основе электростатических представлений. Ослабление основных и усиление кислотных свойств гидроксидов связано с изменением поляризующего действия элемента, образующего гидроксид, на группу  $\text{OH}^-$ . Поляризующее действие катиона сильно зависит от его строения и может быть охарактеризовано следующими закономерностями:

- 1) Поляризующее действие иона очень быстро возрастает с увеличением его заряда;

Таблица 1.1

Кислотно-основные реакции оксидов и гидроксидов

Тип оксида (гидроксида)	Типичная реакция
Сильно - кислый	$\text{SO}_3(\text{г}) + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-}(\text{р}) + 2\text{H}^+(\text{р})$
Слабо - кислый	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{р}) + \text{H}^+(\text{р})$
Амфотерный	$\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{к}) \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{\text{H}^+(\text{р})} \text{Zn}^{2+}(\text{р}) + \text{H}_2\text{O} \\ \xrightarrow{\text{OH}^-(\text{р})} [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}(\text{р}) \end{cases}$
Слабо - основной	$\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{к}) \rightleftharpoons \text{FeOH}^+(\text{р}) + \text{OH}^-(\text{р})$
Сильно - основной	$\text{Li}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Li}^+(\text{р}) + 2\text{OH}^-(\text{р})$

2) большое значение имеет строение внешней электронной оболочки, по этому признаку катионы разделяются на ионы с незаконченным внешним слоем, переходным от 8-электронного и 18-электронному ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) и ионы с 18-электронным внешним слоем ( $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ );

3) при сходном строении внешней электронной оболочки и равном заряде поляризующее действие иона возрастает по мере уменьшения его радиуса.

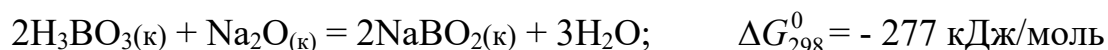
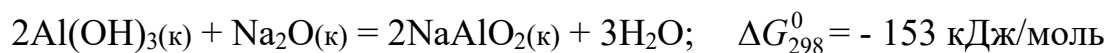
Итак, ослабление основных и усиление кислотных свойств гидроокисей связано с увеличением поляризующего действия катиона, т.е. с убыванием его радиуса и возрастанием положительной степени окисления, а также с увеличением числа внешних электронов. Например, если катион имеет малый заряд сравнительно большой радиус, его электростатическое притяжение к группе  $\text{OH}^-$  невелико и  $\text{OH}^-$  выступает в гидроксиде как единое целое. Поэтому типичными основаниями являются гидроксиды элементов, находящихся в главных подгруппах I и II групп периодической системы ( $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ), а также  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

По мере увеличения поляризующего действия катиона возрастает ковалентность связей элемент-кислород и усиливается ионный характер связей  $\text{O} - \text{H}$ . Основные свойства гидроксидов ослабляются и появляются кислотные свойства. Из элементов II группы бериллий и цинк дают амфодают атмосферные гидроксиды, в (III) группе амфотерны гидроксиды алюминия, галлия, индия. Амфотерность характерна для большинства элементов четвертой группы периодической системы.



Когда катион имеет большой положительный заряд и малый радиус (что типично для неметаллов), усиление его поляризующего действия приводит к тому, что водород становится подвижным и преобладает диссоциация по кислотному типу. Среди элементов третьей группы гидроксид бора - типичная кислота. В четвертой группе кислотами являются гидроксиды углерода и кремния, однако, эти кислоты еще очень слабые. Гидроксиды многих элементов с максимальной степенью окисления пятой, шестой, седьмой групп - сильные кислоты.

Способность веществ к взаимодействию определяется изменением изобарно-изотермического потенциала ( $\Delta G$ ) химической реакции. Чем меньше алгебраическая величина энергии Гиббса химического процесса, тем больше вероятность ее протекания в данном направлении.



Увеличение отрицательного значения  $\Delta G_{298}^0$  свидетельствует об усилении кислотных свойств гидроксида бора  $\text{H}_3\text{BO}_3$ .

## 1.1. Экспериментальная часть

### ОПЫТ 1. Гидроксиды магния и кальция

Поместите в пробирку небольшое количество оксида магния или кальция и прибавьте 5 мл воды. Взболтайте содержимое пробирки и испытайте реакцию среды 1-2 каплями фенолфталеина. Составьте уравнение реакции взаимодействия оксида с водой. Сделайте вывод о характере гидроксида.

### ОПЫТ 2. Получение и свойства гидроксида алюминия

В пробирку налейте 2 мл раствора соли алюминия и прибавьте примерно такой же объем раствора гидроксида аммония. Содержимое пробирки распределите в две пробирки. В одну из пробирок при взбалтывании прилейте по каплям разбавленный раствор серной кислоты до полного растворения осадка. Во вторую пробирку прилейте разбавленный раствор гидроксида натрия также до полного растворения осадка. Составить уравнение реакций. Сделайте вывод о характере гидроксида алюминия.

### ОПЫТ 3. Двуокись углерода

Налейте в пробирку несколько мл воды и прибавьте 1-2 капли индикатора. Пропустите из аппарата Киппа в воду двуокись углерода до изменения окраски индикатора. Составьте уравнение реакции. Сделайте вывод о характере гидроксида.

### ОПЫТ 4. Гидроксид кремния

В пробирку поместите раствор силиката натрия и пропустите через него углекислый газ из аппарата Киппа, при этом наблюдайте образование осадка гидроксида кремния. Напишите уравнение реакции. Сделайте вывод о кислотно-основном характере гидроксида кремния.

### ОПЫТ 5. Оксид фосфора (V)

В пробирку поместите немного фосфорного ангидрида и добавьте несколько мл воды. Наблюдайте растворение, встряхивая пробирку. Испытайте реакцию среды индикаторами. Составьте уравнение реакции. Сделайте вывод о характере гидроксида.

### ОПЫТ 6. Гидроксиды олова (II) и свинца (II)

а) Налейте в пробирку 2 мл раствора хлорида олова. Добавьте по каплям разбавленный раствор щелочи до образования осадка. Содержимое пробирки разделите на две части. Подействовать на одну концентрированным раствором щелочи, а на другую - соляной кислотой. Составьте уравнения реакций. Сделайте вывод о характере гидроксида олова.

б) Такой же опыт проделать с раствором соли азотнокислого свинца. На полученный гидроксид свинца подействовать азотной кислотой и щелочью. Почему для растворения гидроксида свинца нельзя воспользоваться соляной или серной кислотами? Составьте уравнения реакций. Сделайте вывод о характере гидроксида свинца.

## 1.2. Контрольные вопросы и задания

1. Сравнив результаты опытов, сделайте вывод, как изменяется характер гидроксидов элементов: Mg, Al, Si, P в третьем периоде слева направо. Чем объясняется это изменение характера гидроксидов? Как оно связано с изменением металлических свойств элементов?

2. По результатам опытов сделайте вывод об изменении кислотно-основных свойств гидроксидов элементов: С, Si, Sn, Pb в главных подгруппах сверху вниз. Как увязать такое изменение характера гидроксидов с возрастанием порядкового номера элемента и изменением металлических свойств элементов?

3. Запишите кислородные соединения марганца со степенями окисления II, IV, VI, VII и покажите, как с увеличением степени окисления изменяется характер оксидов и соответствующих им гидроксидов.

4. Укажите, какая из сравниваемых двух кислот  $\text{H}_2\text{SO}_3$  или  $\text{H}_2\text{SO}_4$  является более сильной и как объяснить такое явление.

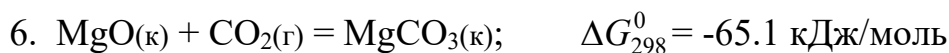
5. Какой из галогенов имеет наибольшее сродство к натрию, если энергия Гиббса для галогенидов натрия имеет следующую величину (кДж/моль):

$$\Delta G_{298}^0 \text{NaJ} = -237.2,$$

$$\Delta G_{298}^0 \text{NaBr} = -347.7,$$

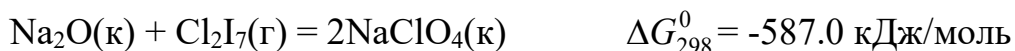
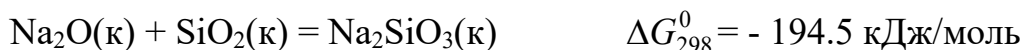
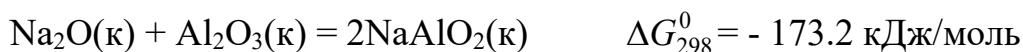
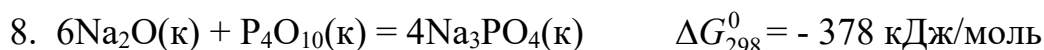
$$\Delta G_{298}^0 \text{NaCl} = -384.0,$$

$$\Delta G_{298}^0 \text{NaF} = -541.0.$$



Как изменяются кислотно-основные свойства оксидов (расположите их в ряд) и как это согласуется со значением  $\Delta G_{298}^0$  образования рассматриваемых карбонатов из оксидов?

7. Как изменяется сила кислот в ряду  $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{SeO}_4 - \text{H}_2\text{TeO}_4$  ?



Как изменяются кислотно-основные свойства оксидов (расположите их в ряд) и как это согласуется со значениями  $\Delta G_{298}^0$  образования рассматриваемых солей из оксидов?

9. Укажите, какое из рассматриваемых двух соединений является более сильным основанием: а) гидроксид натрия или гидроксид цезия; б) гидроксид бария или гидроксид кальция? Объясните это изменение характера гидроксидов, исходя из расположения элементов в таблице Д.И. Менделеева.

## 2. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

**Ц е л ь р а б о т ы** - изучение скорости химической реакции и ее зависимости от концентрации и температуры.

Раздел химии, изучающей скорость химических реакций, называется химической кинетикой.

Скорость химической реакции - это изменение концентрации реагирующих веществ в единицу времени. Зависимость скорости химической реакции выражается законом действующих масс: при постоянной температуре скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам в уравнении реакции.

Для реакции  $aA + bB = cC + dD$  скорость выразится уравнением:

$$v = k \cdot [A]^a \cdot [B]^b \quad (\text{для гомогенной системы}),$$

где  $v$  - скорость реакции;

$[A]$ ,  $[B]$  - молярные концентрации реагирующих веществ;

$k$  - константа скорости реакции

(при  $[A] = [B] = 1$  моль/л,  $k$  численно равна  $v$ ).

Для реакции  $2NO_{(г)} + O_{2(г)} = 2NO_{2(г)}$  выражение скорости имеет следующий вид:

$$v = k \cdot [NO]^2 \cdot [O_2].$$

Гомогенная система состоит из одной фазы - между реагентами нет поверхности раздела. Гетерогенная система состоит из двух и более фаз. Реакция в гетерогенной системе осуществляется на поверхности раздела фаз. Скорость гетерогенной реакции не зависит от площади поверхности раздела фаз, так же как скорость гомогенной реакции не зависит от объема системы.

Концентрация твердого вещества принимается за единицу.

Зависимость скорости химической реакции от температуры описывается экспериментально найденным уравнением Вант-Гоффа:

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}},$$

где  $v_{t_1}$ ,  $v_{t_2}$  - скорость реакции при температурах соответственно  $t_1$  и  $t_2$ ;

$\gamma$  - температурный коэффициент скорости реакции,  
равный обычно 2-4.

Эта зависимость может быть выражена в виде следующего правила: при увеличении температуры на каждые  $10^\circ$  скорость химической реакции увеличивается в 2-4 раза.

Зависимость скорости реакции от температуры более точно может быть выражена уравнением Аррениуса:

$$k = c \cdot e^{-\frac{E_{\text{акт}}}{RT}},$$

где  $k$  - константа скорости реакции;

$c$  - постоянная;

$E_{\text{акт}}$  - энергия активации;

$R$  - универсальная газовая постоянная (8.31 Дж/моль · К);

$T$  - абсолютная температура.

Из уравнения Аррениуса следует, что скорость реакции с повышением температуры увеличивается по закону экспоненты, однако интенсивность теплоотвода в конкретных условиях реакции может возрасти только линейно. В этом случае возможен скачкообразный переход от стационарного режима к нестационарному, быстрое ускорение - самовоспламенение, или цепной взрыв. По такому механизму происходят взрывы метана и угольной пыли в шахтах. Например, при повышении концентрации метана на несколько процентов достигается нижний предел взрываемости метана в воздухе, в тысячи раз ускоряется реакция окисления метана кислородом воздуха  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + Q$ . Концентрационные пределы взрываемости метана в воздухе от 5 до 15% по объему.

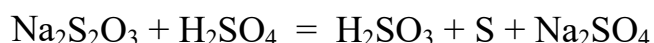
Одним из направлений в решении проблемы предупреждения взры-

вов метана и угольной пыли в шахтах, опасных по газу и пыли, является применение способов взрывозащиты, основанных на использовании распыленной воды или специальных химических соединений, которые играют роль отрицательных катализаторов (ингибиторов), теплопоглотителей в реакциях окисления углеводородов. Такие вещества носят общее название флегматизаторов горения. Этим свойством обладают гидрокарбонаты натрия и калия, гидрофосфаты аммония, бура и др.

## 2.1. Экспериментальная часть.

### ОПЫТ 1. Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ.

Соли тиосерной кислоты устойчивы в твердом состоянии и в растворе. Тиосерная кислота неустойчива и при получении распадается самопроизвольно по реакции



с образованием сернистой кислоты и свободной серы.

Постановка опыта основывается на следующем: в результате реакции между серной кислотой и тиосульфатом натрия образуется сера, выделяющаяся в виде белой мути. Время от начала реакции до момента появления мути зависит от скорости этой реакции.

В три пробирки налить по 6 мл раствора серной кислоты.

В первую пробирку влить 6 мл раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , быстро перемешать ее содержимое и одновременно включить секундомер. Отсчитать время ( $\tau$ ) до начала появления белой мути - коллоидной серы.

Во вторую пробирку влить смесь 4 мл раствора тиосульфата натрия и 2 мл воды. Наблюдать, через сколько секунд растворы сделаются мутными.

Результаты наблюдений записать по следующей форме, выразив значения скоростей реакций в условных единицах (десятичных дробях!) в виде  $v = 1/\tau$ , где  $\tau$  - время в секундах.

Относительная концентрация раствора тиосульфата натрия записана в условных единицах  $C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = v_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} / V_{\text{раствора}}$ , где  $V_{\text{раствора}}$  - общий объем раствора 12 мл. Тогда для первого случая  $C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$  50%, для второго - 33% и третьего - 17%, что соответствует значениям 3а, 2в, а.

№ опы-та	Объем в мл			Относит. концентр. $C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$	Время до появления мути, $\tau$	$\nu = \frac{1}{\tau}$
	раствора $\text{H}_2\text{SO}_4$	раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$\text{H}_2\text{O}$			
1	6	6	0	3a		
2	6	4	2	2a		
3	6	2	4	a		

Результаты измерений необходимо представить в виде графика. На ось абсцисс наносят значения относительных концентраций в виде трех точек, отстоящих от начала координат на  $a$ ,  $2a$ ,  $3a$ , где  $a$  - произвольно выбранный отрезок. Из каждой точки восстанавливается перпендикуляр, длина которого соответствует значениям скоростей реакции в условных единицах. Далее следует обдумать, каким образом, пользуясь верхними концами этих перпендикуляров, провести линию, характеризующую зависимость скорости реакции от концентрации. Подсказкой будет служить математическое выражение для скорости изучаемой реакции, которое нужно записать согласно закону действия масс.

Сделать вывод о зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

## ОПЫТ 2. Зависимость скорости реакции от температуры опыта

Налить в одну пробирку 5 мл раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , а другую - 5 мл раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Обе пробирки поместить в стакан с водопроводной водой. Спустя 5-7 минут измерить температуру воды и слить вместе содержимое обеих пробирок. Измерить время появления помутнения.

В две другие пробирки налить по 5 мл тех же растворов. Поместить пробирки в стакан с водой, нагретой на  $10^\circ$  выше, чем в предыдущем опыте. Через 5-7 минут слить содержимое пробирок. Измерить время до появления мути.

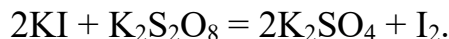
Повторить опыт, повысив температуру еще на  $10^\circ$ .

Результаты наблюдений выразить в виде графика, откладывая по оси абсцисс температуру опыта, по оси ординат - относительную скорость реакции.

Сделать вывод о зависимости скорости реакции от температуры.

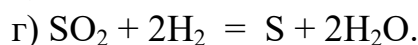
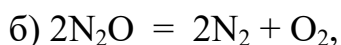
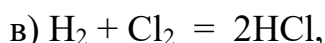
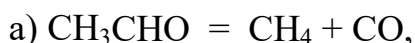
## 2.2. Контрольные вопросы и задания.

1. Реакция в водном растворе выражается уравнением:



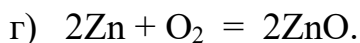
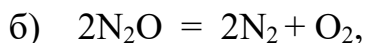
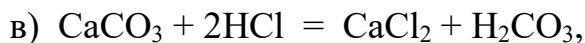
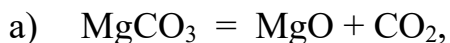
Как изменится скорость этой реакции при разбавлении реагирующей смеси в 2 раза?

2. Записать математические выражения для скорости следующих газовых реакций



Предсказать изменение скорости этих реакций при увеличении концентрации каждого из реагирующих веществ в 2 раза.

3. Записать выражения для скорости реакций



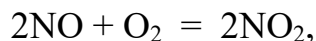
Как изменится скорость вышеуказанных реакций, если:

а) увеличить концентрацию исходных веществ в 2 раза;

б) увеличить давление в 2 раза.

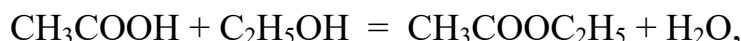
4. Срок хранения флотационного реагента, поступившего на обогательную фабрику, согласно техническим условиям составляет при температуре 20°C 2 месяца. Воспользовавшись правилом Вант-Гоффа, рассчитать срок годности этого флотореагента, если на складе фабрики поддерживается 0°C, а температурный коэффициент скорости разложения равен 2.

5. Во сколько раз изменится скорость реакции



если концентрация оксида азота уменьшится в 2 раза, а концентрация кислорода увеличивается в 2 раза?

6. Реакция протекает по уравнению



концентрацию  $CH_3COOH$  увеличили от 0.3 до 0.45 моль/л, а концентрацию  $C_2H_5OH$  увеличили от 0.4 до 0.8 моль/л. Во сколько раз возросла скорость прямой реакции?



7. Кальцинированная сода (безводная  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) используется в виде раствора в качестве регулятора щелочности флотационного процесса. При температуре  $55^\circ\text{C}$  сода растворяется в 6 раз быстрее, чем при  $15^\circ$ . Рассчитать температурный коэффициент скорости растворения соды.

8. Для приготовления раствора силиката натрия требуемой плотности, используемого в качестве подавителя пустой породы, твердые прозрачные куски силикат-глыбы  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  загружают в воду: нагревают до  $95^\circ$  и ведут перемешивание в течение четырех часов. Какой срок потребуется для получения раствора необходимой концентрации, если поддерживать температуру  $90^\circ$  ( $\gamma = 2$ )?

### 3. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Ц е л ь р а б о т ы - Изучение влияния концентрации на сдвиг химического равновесия.

Многие реакции идут не до исчезновения исходных веществ, а до состояния, не изменяющегося во времени, когда в реакционной смеси можно обнаружить как исходные вещества, так и продукты реакции. Такое состояние системы называется химическим равновесием.

С термодинамической точки зрения состояние равновесия характеризуется тем, что система достигает минимального значения энергии Гиббса (при заданных температуре, давлении и общем составе).

С кинетической точки зрения при равновесии скорости процессов образования продуктов реакции из исходных веществ и исходных веществ из продуктов выравниваются. Скорость достижения равновесия в зависимости от природы процесса, условий, а также наличия подходящих катализаторов может варьировать от малых долей секунды до веков и тысячелетий.

Если равновесие достигнуто, то для реакции



называемая константой равновесия, принимает определенное значение. Константа равновесия зависит от температуры, но не зависит от конкретных количеств реагентов и порядка их взаимодействия.

Изменение равновесных концентраций при внешнем воздействии называется с м е щ е н и е м х и м и ч е с к о г о р а в н о в е с и я .

Основным законом, управляющим смещением равновесия, служит принцип Ле-Шателье: «Если на систему, находящуюся в равновесии, оказывается внешнее воздействие, то равновесие смещается в сторону, указываемую воздействием, до тех пор, пока нарастающее в системе противодействие не станет равно оказанному воздействию».

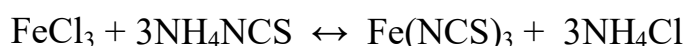
Внешним воздействием, смещающим равновесие, может быть изменение температуры, давления, концентрации одного или нескольких веществ, участвующих в реакции. «Смещение равновесия в сторону, указанную воздействием» означает, что при повышении давления преимущество получает процесс, ведущий к уменьшению объема, т.е. к тому же результату, что и само воздействие. Нагревание ведет к увеличению роли эндотермического процесса, т.е. процесса, увеличивающего запас энергии в системе (эндотермические реакции идут с поглощением тепла, а экзотермические - с его выделением).

Увеличение концентрации одного из веществ приводит к смещению равновесия в сторону расходования этого вещества.

### 3.1. Экспериментальная часть

#### ОПЫТ 1. Влияние концентрации веществ на смещение химического равновесия.

Реакция между хлоридом железа и тиоцианатом аммония протекает по уравнению:



Красная окраска образовавшегося раствора обусловлена содержанием в нем тиоцианата (роданида) железа. По изменению интенсивности этой окраски можно судить о направлении смещения равновесия при изменении концентрации какого-либо реагирующего вещества.

В одной пробирке приготовить смесь (по 4 мл) разбавленных растворов  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{NH}_4\text{NCS}$ . Полученный окрашенный раствор разлить поровну в 4 пробирки.

В первую пробирку добавить 2 капли насыщенного раствора  $\text{FeCl}_3$ . Во вторую пробирку добавить несколько кристалликов  $\text{NH}_4\text{NCS}$  (или  $\text{KNCS}$ ). В третью пробирку всыпать немного твердой соли  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (или  $\text{KCl}$ ). Четвертую пробирку оставить для сравнения.

Записать уравнение химической реакции и выражение для константы

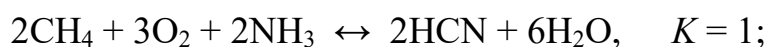
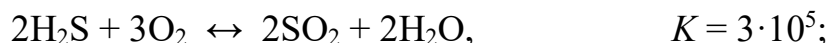
равновесия. Сделать выводы о влиянии концентрации веществ на смещение химического равновесия с использованием принципа Ле-Шателье.

### Форма записи

Что добавлено	Изменение интенсивности окраски	Смещение равновесия
1. FeCl <sub>3</sub>	более интенсивная	вправо
2. NH <sub>4</sub> NCS	.....	.....
3. NH <sub>4</sub> Cl	.....	.....

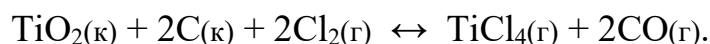
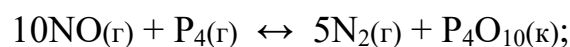
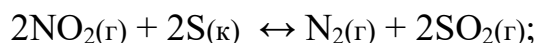
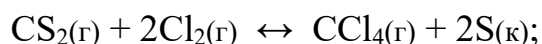
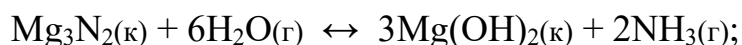
### 3.2. Контрольные вопросы и задания

1. К гомогенных химических системах при постоянных давлении и температуре установилось состояние равновесия:



По данным значениям констант равновесия укажите, реагенты или продукты будут преобладать в равновесной смеси веществ. На основании закона действующих масс составьте выражения для констант равновесия.

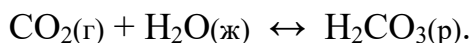
2. В гетерогенных химических системах установилось состояние равновесия:



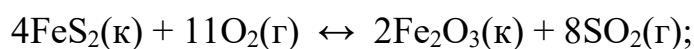
На основании закона действующих масс составьте выражения для

констант равновесия.

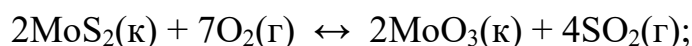
3. За последние 100 лет количество углекислого газа, поступающее за счет сжигания ископаемого топлива, возросло в 50 раз, а парциальное давление  $\text{CO}_2$  в атмосфере за это же время увеличилось в 1.2 раза. Объясните это соотношение, допустив, что  $\text{CO}_2$  поглощается океаном:



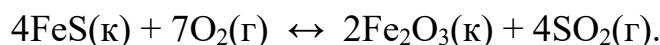
4. Рассчитать равновесный выход диоксида серы в реакциях окислительного обжига сульфидных минералов - пирита, молебденита, пирротина, если в состоянии равновесия количество  $\text{SO}_2$  равно 0.4 моль, а начальный объем  $\text{O}_2$  составлял 33.6 л (н.у.):



пирит



молибденит



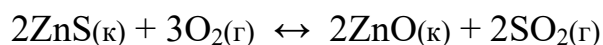
пирротин

5. Равновесный процесс, протекающий в подземных пещерах при образовании сталактитов и сталагмитов, можно описать уравнением



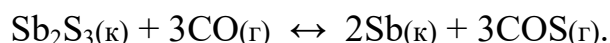
Напишите выражение для константы равновесия этого процесса. Укажите, в какую сторону сдвигается равновесие а) при улетучивании  $\text{CO}_2$ , б) испарении воды, в) увлажнении атмосферы в пещерах.

6. Состояние равновесия реакции окисления сфалерита



установилось при равновесной концентрации диоксида серы, равной 0.25 моль/л. Рассчитать исходную концентрацию кислорода.

7. В герметически закрытом сосуде объемом 0.25 л проводят реакцию восстановления антимонита

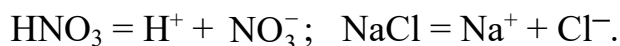


Равновесная концентрация каждого газообразного вещества равна 0.3 моль/л. Для смещения равновесия добавляют 0.1 моль  $\text{CO}$ . Определить новые равновесные концентрации  $\text{CO}$  и  $\text{COS}$ .

8. Определить, влево или вправо сместится положение равновесия реакций

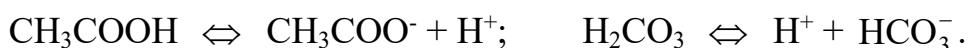


По величине степени диссоциации все электролиты делятся на сильные и слабые. К сильным относятся те электролиты,  $\alpha$  - степень диссоциации которых равна единица, т.е.  $C = C_0$ . Распад на ионы сильных электролитов протекает необратимо. В растворе сильного электролита не может быть недиссоциированных молекул.



К сильным электролитам относятся практически все соли, гидроксиды щелочных и щелочно-земельных металлов и некоторые кислоты (например,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HClO}_4$ )

Степень диссоциации слабых электролитов меньше единицы ( $C < C_0$ ). Их ионизация протекает обратимо:



Константу равновесия электролитической диссоциации слабого электролита называют константой диссоциации. Например, при 298 К

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{C_{\text{CH}_3\text{COO}^-} \cdot C_{\text{H}^+}}{C_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = 1.8 \cdot 10^{-5}.$$

$$K_{\text{H}_2\text{CO}_3} = \frac{C_{\text{H}^+} \cdot C_{\text{HCO}_3^-}}{C_{\text{H}_2\text{CO}_3}} = 4.4 \cdot 10^{-7}.$$

Из величин констант видно, что угольная кислота по первой ступени электролит более слабый, чем уксусная кислота.

Степень и константа ионизации слабого электролита связаны зависимостью (закон Оствальда):

$$K = \frac{\alpha^2 \cdot C_0}{1 - \alpha}.$$

Если степень ионизации электролита значительно меньше единицы, то уравнение можно записать  $K = \alpha^2 \cdot C_0$ , откуда следует, что  $\alpha$  возрастает с разведением раствора.

В чистой воде кроме молекул  $\text{H}_2\text{O}$  содержатся протоны и гидроксид-ионы, при этом

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л (25}^\circ \text{C)}.$$

Содержание протонов и гидроксид-ионов выражают также через водородный показатель  $\text{pH} = 1 \text{g} [\text{H}^+]$ . При  $\text{pH} = 7$  среду водного раствора называют нейтральной, при  $\text{pH} < 7$  - кислотной и при  $\text{pH} > 7$  - щелочной.

Каковы пределы значений рН в природе? Рудничные воды выветривающихся колчеданных месторождений, содержащие свободную серную кислоту, имеют рН около 2, а воды окисляющихся месторождений самородной серы в песчаниках - еще ниже. Воды кратерных озер имеют рН 1-3, торфяных болот около 4, буроугольных месторождений около 5, рН дождевой воды примерно 5.5. Обычные грунтовые воды имеют рН 6.5 - 8.5, морская вода (в зависимости от времени года, ее температуры, количества растворенной в ней углекислоты, органических кислот, привнесенных реками) колеблется от 8.2 до 8.5. В содовых озерах рН достигает 9-10.

#### 4.1. Экспериментальная часть

##### ОПЫТ 1. Сравнение относительной силы кислот

В одну пробирку наливают 1-2 мл 2М раствора уксусной кислоты, в другую - столько же раствора соляной кислоты той же концентрации. В обе пробирки добавляют небольшое количество мелко измельченного известняка. Взбалтывая пробирки с содержимым, наблюдать, одинаково ли быстро растворяется  $\text{CaCO}_3$  во взятых кислотах.



Интенсивность выделения  $\text{CO}_2$  при этой реакции служит относительным индикатором концентрации водородных ионов. Рассчитайте, во сколько раз концентрация протонов в растворе  $\text{HCl}$  больше, чем в растворе  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , если  $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1.8 \cdot 10^{-5}$ .

Напишите уравнения диссоциации обеих кислот.

##### ОПЫТ 2. Влияние концентрации одноименных ионов на ионизацию слабой кислоты.

К 1-2 мл 2М раствора уксусной кислоты в двух пробирках прибавьте 2 капли метилоранжа. Отметьте окраску индикатора. Добавьте при перемешивании в одну пробирку несколько кристалликов ацетата аммония до изменения цвета раствора. Как изменился рН раствора? Объясните изменение рН, применяя правило Ле Шателье и используя выражение константы диссоциации  $\text{CH}_3\text{COOH}$

##### ОПЫТ 3. Влияние концентрации одноименных ионов на ионизацию слабого основания.

В две пробирки наливают по 1-2 мл 2М раствора гидроксида аммония и по 2 капли фенолфталеина. В одну из пробирок добавляют при перемешивании несколько кристалликов ацетата аммония до изменения цвета раствора. Объясните причину наблюдаемого изменения окраски на основании уравнения диссоциации  $\text{NH}_4\text{OH}$ , принципа Ле Шателье и константы диссоциации  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

#### ОПЫТ 4. Определение характера диссоциации гидроксидов

В три пробирки наливают по 2-3 мл растворов: в 1-ю - силиката натрия, во 2-ю - сульфата никеля, в 3-ю - сульфата цинка. До начала выпадения осадков гидроксидов добавляют по каплям в 1-ю - раствор серной кислоты, а во 2-ю - раствор гидроксида натрия.

Содержимое каждой пробирки взбалтывают и разливают каждый осадок гидроксидов на две пробирки. В одну пробирку добавляют разбавленной кислоты, а в другую концентрированной щелочи. На основании наблюдений за растворением осадков кремниевой кислоты, гидроксида никеля и гидроксида цинка в кислоте и щелочи сделайте вывод о кислотно-основном характере электролитической диссоциации этих гидроксидов.

Напишите уравнения диссоциации гидроксидов.

#### 4.2. Контрольные вопросы и задания

1. Присутствие каких ионов можно ожидать в водном растворе сернистой кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ? Запишите выражения для констант диссоциаций этой кислоты.

2. Почему константа электролитической диссоциации служит более удобной характеристикой, чем степень диссоциации?

3. Объясните, почему соли являются сильными электролитами. На примере  $\text{NaHCO}_3$  укажите характер химических связей, по которым электролитическая диссоциация протекает в водном растворе: а) практически полностью; б) частично; в) отсутствует.

4. Укажите, корректно ли сопоставлять такие свойства, как растворимость вещества и способность его к электролитической диссоциации.

5. В практике флотации используются процессы с низкими и высокими значениями рН флотационной пульпы. Можно ли приготовить растворы с рН 0, -1, -2, 14, 15, 16?



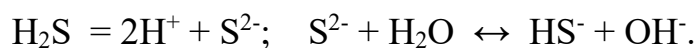
6. Вычислите концентрацию ионов водорода в 1М (9.45 %-ном) растворе серной кислоты, рН которого - 0.005. Объясните полученный результат.

7. В Первоуральске выпал кислотный дождь, водородный показатель которого равен 2.5. Во сколько раз превышена концентрация иона водорода, если обычная дождевая вода имеет рН = 5.5?

8. Шахтные воды Кизеловского бассейна содержат 0.01 г/л ионов водорода. Рассчитайте водородный показатель этих вод, концентрацию  $\text{OH}^-$  ионов. Укажите, кислотный или щелочной характер имеют эти воды.

9. Во сколько раз уменьшится концентрация ионов водорода, если к 1 литру раствора уксусной кислоты с концентрацией 0.005 моль/л прибавить 0.05 моль ацетата натрия, считая, что концентрация недиссоциированных молекул уксусной кислоты, как и объем раствора остаются практически постоянными?  $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1.8 \cdot 10^{-5}$ .

10. Для оценки рН раствора сероводорода студент записал следующие уравнения:



Таким образом, студент сделал вывод, что среда щелочная. Найдите ошибки в его рассуждениях.

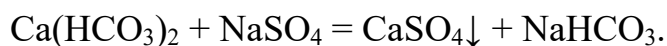
## 5. РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА

Ц е л ь р а б о т ы - выявление закономерностей протекания реакций ионного обмена в растворах электролитов.

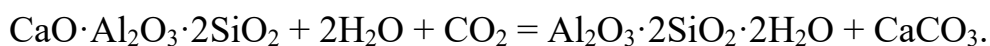
Минералы и горные породы в условиях земной поверхности стремятся перейти в более устойчивые соединения. Известняки медленно растворяются в водах, содержащих углекислоту, образуя гидрокарбонат кальция. Грунтовые воды, содержащие  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , реагируют с сульфатно-хлоридно-магниевыми (морскими) водами. При этом осаждаются гипс и доломит:



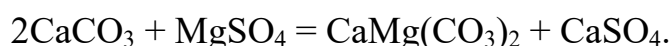
Так озера морского типа превращаются в озера континентального типа. Сульфатно-натриевые воды - результат выщелачивания горных пород, могут образовывать содовые озера.



Изверженные горные породы выветриваются, в полевых шпатах содержание алюминия увеличивается от ранних пород к поздним. При этом из них выносятся катионы щелочноземельных металлов. Например, из анорита образуется каолинит



В результате воздействия растворов, содержащих в повышенных концентрациях ионы  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ , происходит доломитизация известняков



Если химическая реакция протекает, то она отличается следующими признаками:

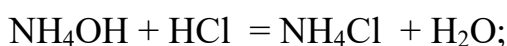
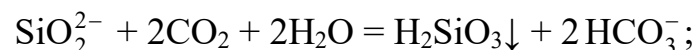
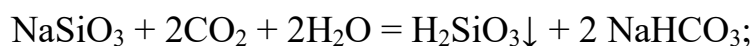
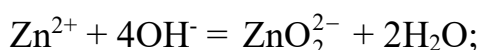
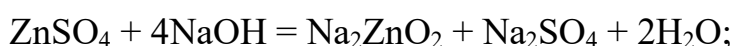
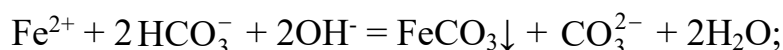
происходит образование осадка, или растворение осадка, или изменяется цвет осадка или раствора, или появляются пузырьки газа.

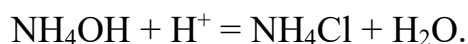
Сущность ионных реакций обмена сводится к соединению ионов в молекулы новых веществ. Равновесия ионных реакций в растворах смещаются в сторону образования слабых электролитов (слабых кислот, слабых оснований, воды) и сильных электролитов (осадков, летучих веществ).

Все кислые соли в воде растворяются, основные соли, как правило, нерастворимы.

В ионных уравнениях сильные, хорошо растворимые электролиты записываются в форме ионов, а слабые электролиты, газы и осадки - в виде молекул.

Рассмотрим следующие примеры реакций. Запишем их сначала в молекулярной форме, а затем в виде кратких ионных уравнений.





### 5.1. Экспериментальная часть

#### ОПЫТ 1. Образование осадков

а) В две пробирки наливают по 2 мл раствора хлорида бария и добавляют в одну пробирку сульфата натрия, а в другую - нитрата калия. Написать молекулярное и ионное уравнения и сделать вывод, в каком случае соль реагирует с другой солью;

б) В две пробирки наливают по 2 мл раствора сульфата меди. В одну пробирку добавляют 1 мл очень разбавленный (1%-ный) раствор гидроксида натрия, а в другую - столько же разбавленного раствора той же щелочи. Написать молекулярные и ионные уравнения, указав окраску образующихся осадков и учитывая, что в первом случае образуется основной сульфат меди  $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ . Сделайте вывод об условиях образования основной соли и гидроксида. Осадки сохранить для выполнения опыта 2б;

в) В две пробирки наливают по 2 мл раствора хлорида кобальта. В одну пробирку добавляют разбавленного раствора щелочи до образования синего осадка основной соли. Во вторую пробирку приливают еще столько же щелочи и нагревают с целью получения гидроксида кобальта розового цвета. Содержимое пробирок оставляют для проведения опыта 2в. Написать молекулярное и ионные уравнения, указав цвет осадков.

#### ОПЫТ 2. Растворение осадков.

а) Наливают в пробирку известковую воду  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , через этот раствор пропускают углекислый газ из аппарата Киппа. Наблюдают образование белого осадка средней соли, продолжают пропускать пузырьки  $\text{CO}_2$  до растворения белого осадка и получения бесцветного прозрачного раствора кислой соли  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Написать молекулярные и ионные уравнения образования карбоната кальция и растворения его. Сделайте вывод об условиях получения кислой соли.

б) В обе пробирки опыта 1б добавляют серной кислоты до растворения осадков. Написать молекулярные и ионные уравнения реакции растворения. Объяснить причину сдвига ионного равновесия;

в) Берут пробирки с осадками опыта 1в. В пробирку с синим осадком добавляют хлороводородной кислоты, в пробирку с розовым осадком - разбавленной щелочи. Напишите молекулярные и ионные уравнения. Наблюдать растворение одного из осадков. Дать объяснения наблюдениям.

### О П Ы Т 3. Образование газообразного вещества

Все сульфиты, растворимые и нерастворимые в воде, разлагаются минеральными кислотами с выделением диоксида серы, который определяют как запах горящей серы.

К раствору сульфита натрия приливают разбавленной серной кислоты. Обнаруживают запах  $\text{SO}_2$ , стараясь запомнить его. Это позволит впредь распознавать диоксид серы органолептически.

Написать молекулярное и ионное уравнение реакции.

### О П Ы Т 4. Образование слабых электролитов

а) Наливают в пробирку 1-2 мл раствора ацетата натрия и добавляют разбавленной серной кислоты. Определяют по запаху образующуюся уксусную кислоту;

б) Наливают в пробирку 1-2 мл раствора хлорида аммония и добавляют разбавленной щелочи. Определяют по запаху выделяющийся аммиак;

в) Наливают в пробирку 3 мл раствора сульфата хрома (III) и приливают к нему по каплям раствор разбавленной щелочи до появления серо-зеленого осадка гидроксида хрома.

Содержимое пробирки разделяют на две части. К одной части приливают раствор серной кислоты, к другой - раствор щелочи. Сравнить цвет полученных растворов. Сделать вывод о характере гидроксида хрома.

Для опытов а), б), в) написать молекулярные и ионные уравнения реакций, объяснить причины сдвига ионных равновесий.

Сделать вывод, в каком направлении протекают реакции ионного обмена в растворах электролитов.

### 5.2. Контрольные вопросы и задания

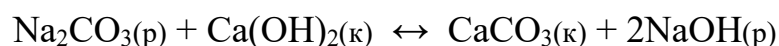
1. Составить в молекулярном виде уравнения реакций растворения следующих малорастворимых минералов:

- а) стронцианит  $\text{SrCO}_3$  переводят в водный раствор насыщением  $\text{CO}_2$  суспензии минерала в воде;
- б) сассолин  $\text{V}(\text{OH})_3$  обрабатывают избытком раствора едкого натра;
- в) гиббсит  $\text{Al}(\text{OH})_3$  хорошо растворяется известковым молоке;
- г) азурит  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CuCO}_3$  обрабатывают хлороводородной кислотой;
- д) гетит  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  хорошо растворяется в серной кислоте;
- е) гемиморфит  $\text{Zn}(\text{OH})_2 \cdot \text{Zn}_3\text{Si}_2\text{O}_7$  нагревают в растворе гидроксида натрия;
- ж) брусит  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  разлагается раствором серной кислоты;
- з) борнит  $\text{FeS} \cdot \text{CuS} \cdot 2\text{Cu}_2\text{S}$  обрабатывают соляной кислотой.

2. При смещении водных растворов одного из следующих веществ:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{CsOH}$  концентрацией 1 моль/л с одинаковыми объемами 1М раствором  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$  выделяется примерно одно и то же количество теплоты, составляющее 55-59 кДж/моль. О чем это свидетельствует? Напишите уравнения реакции в ионном виде.

3. При смешении 1М водных растворов одной из следующих кислот: азотной, уксусной, бензойной с одинаковыми объемами 1М растворов  $\text{KOH}$  обнаруживаются различные тепловые эффекты. Объясните, приведя уравнения реакций в молекулярно-ионном виде.

4. Укажите причины, по которым реакция



обратима, составьте выражение для константы равновесия. Почему в этом процессе образуется только разбавленный раствор гидроксида натрия, а получение концентрированного раствора невозможно?

5. Для переработки карбонатных марганцевых руд предложен способ, основанный на выщелачивании их раствором хлорида кальция:



Можно ли регенерировать раствор хлорида кальция и вывести одновременно марганец в осадок добавлением к продуктам выщелачивания суспензии  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ? Напишите уравнение реакции.

6. Растворение соли слабой кислоты в растворах кислот должно проходить тем быстрее, чем больше концентрация ионов водорода. Однако

кальцит  $\text{CaCO}_3$  растворяется в растворе уксусной кислоты быстрее, чем в растворе серной. Почему?

7. В 250 мл раствора содержится 1 г  $\text{NaOH}$ . Вычислите молярную концентрацию и pH этого раствора.

8. Кислые растворы имеют кислый вкус, щелочные - вкус мыла. Сливаются равные объемы растворов хлороводородной кислоты и гидроксида натрия одинаковой концентрации. Какой вкус полученного раствора?

9. Гашеную известь  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  используют при флотации для создания щелочной среды (pH 12 и более), отделения пирита от сфалерита и сульфидов меди. Как изменяется pH растворов извести при хранении их в открытых емкостях? Напишите уравнение реакции.

## 6. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

Ц е л ь р а б о т ы - Изучение свойств водных растворов, связанных с реакцией гидролиза солей.

Природные воды часто не бывают нейтральными, а имеют либо кислую, либо щелочную среду вследствие гидролиза. При химическом выветривании известняков образуются щелочные растворы, а пиритсодержащих - кислые. Изменение нейтральной реакции среды водного раствора - признак гидролиза соли, обменной химической реакции, протекающей с участием воды. Однако не все соли вступают в реакцию гидролиза. Если растворить в воде хлорид калия  $\text{KCl}$ , нейтральная реакция среды (pH = 7), характерная для чистой воды, не изменится. Соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{LiNO}_3$ ,  $\text{CsBr}$  и т.п.), в реакцию гидролиза не вступают.

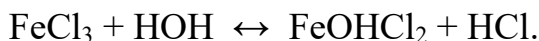
С водой взаимодействуют: 1) соли, образованные слабыми основаниями и сильными кислотами ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  и т.п.); 2) соли, образованные слабыми кислотами и сильными основаниями ( $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{KCN}$ ,  $\text{BaCO}_3$  и т.п.); 3) соли, образованные слабыми основаниями и слабыми кислотами ( $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$  и т.п.).

Из рассмотренных примеров следует, что в реакцию с водой вступают катионы слабых оснований и анионы слабых кислот. Если эти ионы многозарядны ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$  и т.п.), их взаимодействие с водой обычно идет до образования основного или кислого иона (первая ступень

гидролиза). Например, соль  $\text{FeCl}_3$ , образованная слабым основанием с сильной кислотой, подвергается гидролизу по катиону:

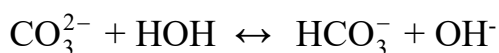


Или в молекулярной форме:

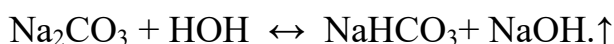


В результате гидролиза соли  $\text{FeCl}_3$  появляется избыток катионов  $\text{H}^+$  и раствор приобретает кислую реакцию,  $\text{pH} < 7$ .

Гидролизу по аниону подвергаются соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой. В качестве примера запишем уравнение гидролиза соли  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в ионном виде:

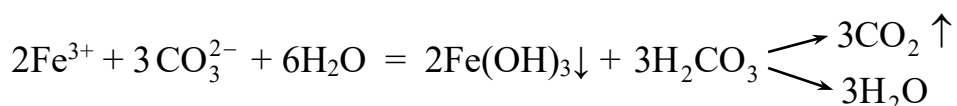
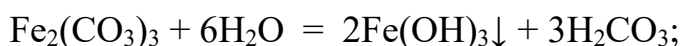


И в молекулярной форме:

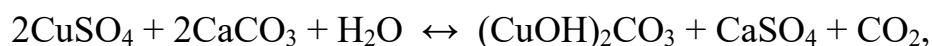


Избыток анионов  $\text{OH}^-$  придает раствору щелочную реакцию,  $\text{pH} > 7$ .

Если же соль образована слабым малорастворимым основанием и слабой летучей кислотой, то происходит полный необратимый гидролиз. В таблице растворимости такие соли обозначены прочерком, означающим, что эти соли в водных растворах не существуют. Например, гидролиз карбоната железа (III):

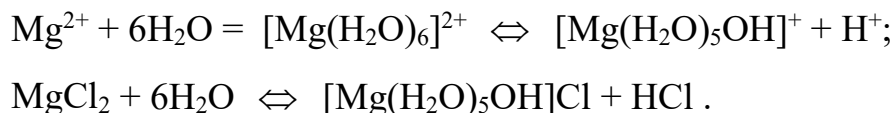


т.е. карбонат железа (III) может существовать только в виде сухой соли, а в растворе он подвергается полному гидролизу, образуя труднорастворимый гидроксид железа (III) и слабую летучую угольную кислоту. В подобных случаях в осадок выпадает наименее растворимый из возможных продуктов гидролиза. Так, растворимость  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  меньше, чем  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , поэтому в зоне окисления минералов меди в известняках встречается малахит

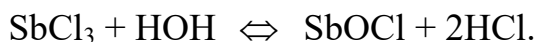


В водном растворе положительные ионы металлов гидратированы. Многие из них связывают воду так прочно, что их можно рассматривать

как комплексные ионы. Гидролиз солей, образованных слабыми основаниями и сильными кислотами, происходит за счет молекул воды, входящих в комплексный ион. При этом катион металла выталкивает за пределы внутренней сферы одноименно заряженный ион водорода из молекулы воды, среда становится кислой. Например, при гидролизе хлорида магния координационное число  $Mg^{2+}$  равно шести



Ионы  $Bi^{3+}$ ,  $Sb^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $V^{4+}$  обладают настолько сильным поляризующим действием, что выталкивает из молекулы воды оба иона водорода, вследствие чего образуются ионы  $BiO^+$  висмутит,  $SbO^+$  антимонид,  $TiO^{2+}$  титанил,  $VO^{2+}$  ванадил.



### 6.1. Экспериментальная часть

#### О П Ы Т 1. Образование основной соли при гидролизе

В три пробирки наливают по 3-4 капли нейтрального раствора лакмуса и добавляют по 2 мл растворов: в одну пробирку - дистиллированной воды, в другую - сульфата натрия, в третью - сульфата алюминия. Сравнивают окраску индикатора в воде и растворах солей. Сделать вывод о возможности гидролиза.

Написать молекулярное и ионное уравнение реакции гидролиза: отразить отсутствие гидролиза в пробирке с раствором  $Na_2SO_4$ .

#### О П Ы Т 2. Образование кислой соли при гидролизе

В две пробирки наливают по 3-4 капли нейтрального раствора фенолфталеина и добавляют по 2 мл растворов: хлорида натрия и карбоната натрия. Сравнивают окраску индикатора в воде и растворах солей.

Сделать вывод о возможности гидролиза.

Написать молекулярное и ионное уравнение реакции гидролиза: отразить отсутствие гидролиза в пробирке с раствором  $NaCl$ .

#### О П Ы Т 3. Смещение равновесия гидролиза

Налить в пробирку 1-2 мл раствора нитрата висмута  $Bi(NO_3)_3$  и разбавить его водой в 3-5 раз. Наблюдать образование осадка, т.е. помутнение



раствора. Составить молекулярное и ионное уравнение реакции гидролиза, зная, что труднорастворимым продуктом является соль  $\text{BiONO}_3$ .

В пробирку с осадком  $\text{BiONO}_3$  прибавить несколько капель концентрированной азотной кислоты. Наблюдать растворение осадка. Объяснить наблюдаемое, исходя из уравнения гидролиза.

#### О П Ы Т 4. Влияние нагревания на гидролиз ацетата натрия

К 3-4 мл раствора уксуснокислого натрия  $\text{CH}_3\text{COONa}$  прибавить 1-2 капли фенолфталеина и нагреть до кипения. Обратит внимание на появление розовой окраски, исчезающей при охлаждении раствора.

Написать ионное и молекулярное уравнение реакции гидролиза уксуснокислого натрия. Объясните различие окраски при нагревании и охлаждении раствора.

#### О П Ы Т 5. Полный гидролиз (совместный гидролиз)

К 1-2 мл раствора сернокислого алюминия  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  прилить такой же объем раствора карбоната натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Наблюдать выделение углекислого газа и образование осадка гидроксида алюминия. Написать молекулярное и ионное уравнение совместного гидролиза взятых солей.

### 6.2. Контрольные вопросы и задания

1. На некоторых обогатительных фабриках иногда барабаны (емкости) из-под цианида натрия обезвреживают 10%-ным раствором железного купороса  $\text{FeSO}_4$ . Напишите уравнения реакции, ведущих к образованию в этих условиях циановодородной кислоты, и покажите тем самым, что такой способ растворения цианидов абсолютно недопустим. При подкислении до  $\text{pH} \leq 9$  работать с растворами цианида натрия опасно; безопасно при  $\text{pH} > 10$ .

2. Раствор основания и раствор кислоты смешивают в эквивалентных соотношениях. Для каких из перечисленных пар раствор будет иметь нейтральную реакцию:

- а)  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl}$ ,      б)  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH}$ ,      в)  $\text{NaOH} + \text{HCl}$ ,  
г)  $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COOH}$  ?

3. Сточные воды обогатительных фабрик, содержащие гидрокарбонат кальция, очищают от коллоидных примесей (удалить которые отстаи-

ванием и фильтрованием невозможно) добавлением к ним сульфата алюминия. Образующийся хлопьевидный  $\text{Al}(\text{OH})_3$  обволакивает коллоидные частицы примесей и вызывает их осаждение. Объясните образование  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и напишите уравнение реакции.

4. Определить, возможна ли реакция окисления сфалерита кислородом воздуха в стандартных условиях, если



$\Delta G_{298}^0$ , кДж/моль	-201	-237	-2564
-------------------------------	------	------	-------

Сделайте вывод о кислотности рудничных вод, содержащих в качестве продукта выветривания сульфат цинка, записав уравнение реакции гидролиза в молекулярном и ионном виде.

5. При окислении пирита, преобладающего в колчеданных рудах, кислородом, растворенным в воде, выделяется сульфат железа (III). Поступая с нисходящим током растворов в нижние горизонты, он реагирует с породой. Сделайте вывод о составе породы, если наблюдается совместное образование гипса  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и лимонита  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Напишите уравнение реакции взаимодействия сульфата железа (III) и породы.

6. Объясните, приведя молекулярно-ионное уравнение, почему при нагревании раствора  $\text{NaHCO}_3$  реакция среды из слабощелочной переходит в сильнощелочную.

7. В водном растворе хлорида цинка при нагревании происходит растворение кусочка металлического цинка. Напишите уравнения реакции, объясняя причину выделения водорода.

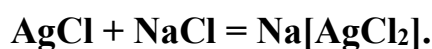
8. В жесткой воде ионы железа обычно присутствуют в виде гидрокарбоната железа (II). При хранении такой воды в открытых сосудах, железо окисляется кислородом воздуха, вода мутнеет из-за выпадения в осадок  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Напишите уравнение реакции, в результате которой образуется гидроксид железа (III).

### РАБОТА 1. Комплексные соединения

**Цель работы** - познакомиться с методами получения комплексных соединений и их свойствами.

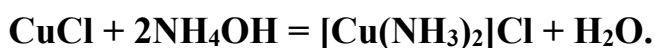
Широко распространены среди минералов комплексные соединения. Комплексные соединения содержат катионный, анионный или нейтральный комплекс, состоящий из центрального атома или иона и связанных с

ним молекул или ионов лигандов. Центральный атом - комплексообразователь - обычно представляет собой акцептор, а лиганды - доноры электронов, и при образовании комплекса между ними возникает донорно-акцепторная, или координационная связь. Комплексообразователь и лиганды образуют внутреннюю сферу комплексного соединения, которая в растворах сохраняет индивидуальность, хотя может иметь место и диссоциация. За счет устойчивости внутренней сферы можно перевести в водный раствор малорастворимые минералы. Например, кераргирит  $\text{AgCl}$ , плохо растворимый в воде, растворяется под действием насыщенного раствора хлорида натрия



Шарпит  $\text{UO}_2\text{CO}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  переходит в насыщенный раствор соды, образуя  $\text{Na}_4[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3]$ .

Нантокит растворяется при обработке концентрированным раствором гидроксида аммония:

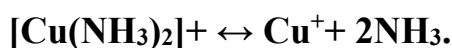


Устойчивые комплексные соединения  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  и др. служат в качестве подавителей флотации при обогащении руд. Образование комплексных соединений происходит при умягчении воды, при защите металлов от коррозии и многих других процессах, использующихся в горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности.

В водных растворах комплексные соединения полностью распадаются на ионы внутренней и внешней сферы



Комплексные ионы диссоциируют только частично, ведут себя как слабые электролиты



Константа равновесия этого процесса называется константой нестойкости ( $K_H$ ):

$$K_H = \frac{C_{\text{Cu}^{2+}} \cdot C_{\text{NH}_3}^2}{C_{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+}}.$$

Чем устойчивее комплексный ион в растворе, тем меньше величина константы нестойкости.

### **Опыт 1. Диссоциация сульфата железа - аммония**

Налить в три пробирки по 2-3 мл раствора соли  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ . В первую пробирку добавить несколько капель раствора тиоцианата калия  $\text{KSCN}$ . О наличии, какого иона в растворе свидетельствует появление характерной красной окраски?

Во вторую пробирку добавьте несколько капель 30% -ного раствора щелочи. Слегка нагреть. Какой ион образует бурый осадок, а какой обуславливает появление запаха аммиака? В третью пробирку добавить 1 мл хлорида бария. Какая соль вы падет в осадок?

На три вышеприведенных вопроса ответить, записав четыре уравнения реакций в ионном виде.

Составить уравнение диссоциации исследуемой соли и сделать вывод, какой солью, двойной или комплексной, она является.

### **Опыт 2. Диссоциация гексацианоферрата (III) калия**

Составить уравнение диссоциации гексацианоферрата (III) калия. Налить в две пробирки по 1 мл раствора этой соли. В одну из них добавить несколько капель щелочи, в другую - тиоцианата калия. Записать в ионном виде отсутствие взаимодействия комплексного иона со щелочью в первой пробирке и с тиоцианатом - во второй.

Почему в растворе не обнаружено иона железа (III)? Сделайте вывод, какой солью, двойной или комплексной, является исследуемое вещество. Написать математическое выражение для константы нестойкости комплексного иона.

### **Опыт 3. Получение сульфата тетраамминмеди (II)**

Налить в пробирку 1-2 мл раствора сульфата меди и по каплям добавить раствор аммиака до выпадения осадка основной соли меди  $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ . Написать уравнение реакции образования этой соли в молекулярном и ионном виде.

Прилить избыток 5-6 мл гидроксида аммония. Наблюдать растворение  $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$  и образование фиолетового раствора, содержащего комплексный ион тетраамминмеди (II)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .

Написать уравнение реакции образования комплексных солей  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  и  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$  в молекулярном и ионном виде.

### **Опыт 4. Получение тетраиодомеркурата (II) калия**

Налить в пробирку 3-4 капли раствора нитрата ртути (II) и добавить по каплям раствор иодида калия до появления ярко-красного осадка иодида ртути.

Дальнейшее прибавление иодида калия вызывает растворение осадка и образование бесцветного раствора комплексной соли  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$

Написать уравнения образования и растворения осадка в молекулярном и ионном виде.

#### **Опыт 5. Получение соединения, содержащего в молекуле комплексный катион и комплексный анион**

В пробирку внести 2-3 мл раствора гексацианоферрата (II) калия и 3-4 мл раствора сульфата никеля. К полученному осадку гексацианоферрата (II) никеля добавить раствор гидроксида аммония до полного растворения осадка. Наблюдать образование бледно-лиловых кристаллов соли  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6] [\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Написать в ионном виде уравнения реакций образования осадка и растворения осадка.

#### **Опыт 6. Растворение осадков за счет процесса комплексообразования**

Процессы комплексообразования вызывают уменьшение равновесной концентрации ионов в насыщенном растворе малорастворимого соединения. Это смещает равновесие в системе раствор - осадок и вызывает растворение осадка.

а) Налить в пробирку 1 мл концентрированного раствора хлорида кальция, добавить 2 мл раствора сульфата натрия. Наблюдать выпадение осадка при встряхивании. Написать уравнение реакции в ионном виде.

Полученный осадок сульфата кальция растворить в насыщенном растворе сульфата аммония. Написать уравнение реакции растворения  $\text{CaSO}_4$  (в молекулярной и ионной форме) в результате образования комплексной соли  $(\text{NH}_4)_2[\text{Ca}(\text{SO}_4)_2]$ .

б) Налить в пробирку 3-4 капли раствора соли цинка и добавить по каплям разбавленный раствор  $\text{NaOH}$  до выпадения осадка  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  и последующего растворения его с образованием  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]_2$ . Написать уравнения реакций в молекулярном виде.

#### **Опыт 7. Комплексные соединения в реакциях обмена**

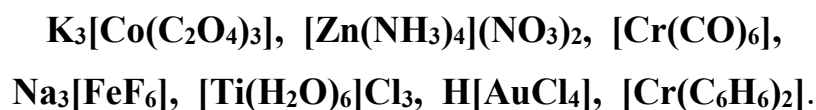
а) Налить в пробирку 1-2 мл раствора гексацианоферрата (II) калия  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  и добавить несколько капель раствора  $\text{Fe}^{3+}$ . Наблюдать образование осадка берлинской лазури  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ .

б) Налить в пробирку 1-2 мл раствора гексацианоферрата (III) калия  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  и добавить несколько капель раствора, содержащего ион цинка. Отметить окраску осадка  $\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ .

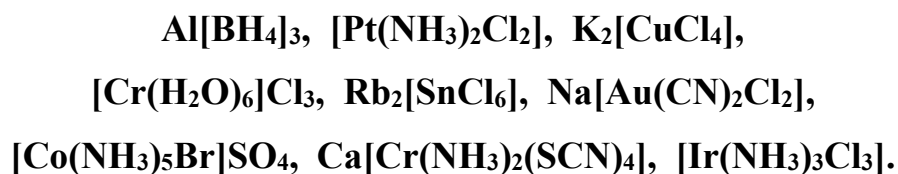
Написать молекулярные и ионные уравнения реакции. Сделать вывод об устойчивости комплексных ионов в реакциях обмена.

## Контрольные вопросы и задания

1. Укажите внутреннюю и внешнюю сферы, комплексообразователь и лиганды в следующих комплексных соединениях:



2. Определите степень окисления и координационное число комплексообразователя в следующих комплексных соединениях:



3. Объясните, какое основание является более сильным и почему:  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  или  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ ? Какая кислота сильнее  $\text{HCN}$  или  $\text{H}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ ?

4. Степень гидролиза какой соли больше и почему:  $\text{KCN}$  или  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ ?

5. Объясните уменьшение растворимости  $\text{PbCl}_2$  в воде при добавлении разбавленной  $\text{HCl}$  и увеличение растворимости этого осадка при добавлении концентрированной  $\text{HCl}$ .

6. Сколько молей  $\text{AgCl}$  осаждается при добавлении нитрата серебра к раствору  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  в расчете на моль имеющегося кобальта?

## РАБОТА 2. Определение молярной массы эквивалента

*Цель работы* - усвоить одно из важнейших химических понятий - понятие об эквиваленте - и научиться определять молярную массу эквивалента вещества.

Молярная масса - отношение массы вещества к количеству вещества:

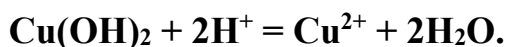
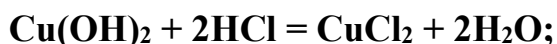
$$M = \frac{m}{\nu} \quad (1)$$

где  $M$  - молярная масса вещества;  $m$  - масса вещества;  $\nu$  - количество вещества.

Например,  $M(\text{O}) = 16$  г/моль;  $M(\text{O}_2) = 32$  г/моль.

Эквивалент ( $\mathcal{E}$ ) - это частица вещества, которая может замещать, присоединять, высвобождать или каким-либо другим образом эквивалентна одному иону водорода в ионообменных реакциях или одному электрону в окислительно-восстановительных реакциях.

Для определения состава эквивалента вещества необходимо исходить из конкретной реакции. Например:

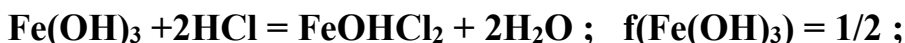


В данной реакции один ион водорода эквивалентен 1/2 моль  $\text{Cu(OH)}_2$ , поэтому эквивалент  $\text{Cu(OH)}_2$  равен половине его молекулы.

Фактор эквивалентности ( $f$ ) - число, обозначающее, какая доля от реальной частицы эквивалентна одному иону водорода или одному электрону. Например, в рассмотренном случае фактор эквивалентности:  $f(\text{Cu(OH)}) = 1/2$ .

Для оснований фактор эквивалентности определяется количеством гидроксильных ионов ( $\text{OH}^-$ ), которые могут быть замещены либо замещаются в конкретной реакции на кислотные остатки.

Например,  $f(\text{Fe(OH)}_3) = 1/3$ , но в конкретных реакциях может проявляться неполная кислотность основания и необходимо определять конкретный фактор эквивалентности:



Для кислот фактор эквивалентности определяется количеством ионов водорода, которые могут быть замещены либо замещаются в конкретной реакции на катионы металла.

Например,  $f(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1/2$ , так как в молекуле серной кислоты два иона водорода могут быть замещены на катион металла, но в реакции



фактор эквивалентности серной кислоты равен 1.

Фактор эквивалентности кислотного оксида равен фактору эквивалентности соответствующей ему кислоты. Так, фактор эквивалентности оксида углерода (IV) ( $\text{CO}_2$ ) равен 1/2, так как ему соответствует угольная кислота ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ).

Но в конкретной реакции фактор эквивалентности определяется количеством эквивалентов реагирующего с оксидом вещества. Так в реакции:



Фактор эквивалентности соли и основного оксида определяется произведением степени окисления металла на количестве атомов металла в молекуле. Например:

$$f(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1/(2 \cdot 3) = 1/6; \quad f(\text{FeCl}_3) = 1/(1 \cdot 3) = 1/3.$$

Зная фактор эквивалентности и молярную массу вещества, можно рассчитать молярную массу эквивалента ( $\mathcal{E}$ ) данного вещества, которую часто для краткости называют эквивалентом

$$\mathcal{E} = f \cdot M, \quad (2)$$

Понятие эквивалента является одним из важнейших в химии, так как позволяет проводить количественные расчеты при взаимодействии веществ, пользуясь законом эквивалентов: "Все вещества реагируют в строго эквивалентных соотношениях". Иными словами, если в химическую реакцию вступило  $\nu$  эквивалентов одного вещества, то количество эквивалентов любого другого вещества вступившего с ним в реакцию, будет тоже. Так, 0.1 моль эквивалентов серной кислоты реагирует с 0.1 моль эквивалентов хлорида бария, или 0.1 моль эквивалентов нитрата свинца, или 0.1 моль эквивалентов гидроксида натрия, или 0.1 моль эквивалентов гидроксида меди и т. д.

Количество эквивалентов вещества может быть рассчитано по формуле:

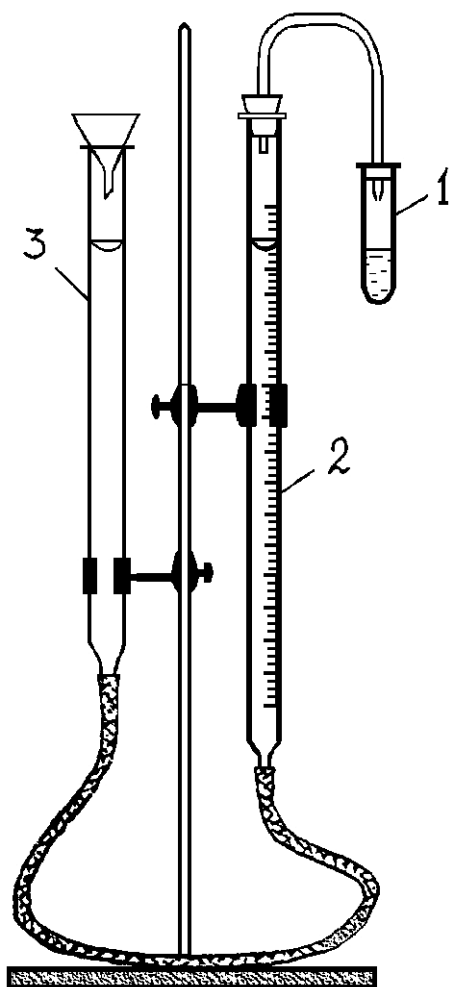
$$\nu_{(\text{эквивалентов})} = \frac{m_{(\text{в-ва})}}{\mathcal{E}_{(\text{в-ва})}} \quad (3)$$

Так как количества эквивалентов веществ, вступающих в реакцию, одинаково, то одной из формул, выражающих закон эквивалентов, может быть следующая:

$$\frac{m_{(\text{в - ва 1})}}{\mathcal{E}_{(\text{в - ва 1})}} = \frac{m_{(\text{в - ва 2})}}{\mathcal{E}_{(\text{в - ва 2})}} \quad (4)$$

Пользуясь этой формулой, можно практически определить молярную массу эквивалента вещества. Используемый метод основан на способности исследуемого вещества реагировать с кислотой: выделением газа (водорода или диоксида углерода). Работа проводится на приборе, изображенном на рисунке.





Прибор состоит из пробирки (1), бюретки (2) на 100 мл, заполненной водой или раствором хлорида натрия, стеклянной трубки и воронки (3), выполняющих роль уравнительного сосуда.

Пробирка соединена с бюреткой стеклянной трубкой, на концах надеты резиновые пробки, герметично закрывающие пробирку и бюретку. Нижний конец бюретки соединен с уравнительным сосудом резиновой "трубкой" длиной 40-50 мм. Перед работой испытайте герметичность прибора. Для этого поднимите воронку на 15-20 см, закрепите ее в этом положении и наблюдайте в течение 1-3 минут за постоянством уровня жидкости в бюретке. Если уровень остается постоянным, то прибор герметичен.

## Опыт 1. Определение

### эквивалента металла

Получите у лаборанта исследуемый металл. В пробирку налейте 5-6 мл 10 % -ного раствора соляной кислоты. Навеску металла заверните в небольшую полоску фильтровальной бумаги, верхнюю часть бумажки полученного фунтика смочите водой и приложите к внутренней части пробирки так, чтобы после того, как пробирка будет закрыта пробкой, этот фунтик на 1-3 см был ниже края пробирки и не касался кислоты. Убедитесь, что прибор вновь герметичен. Установите бюретку и воронку так, чтобы положение воды в них было точно на одном уровне, но не выше нулевой отметки. Отметьте и запишите положение мениска в бюретке (при этом глаз должен находиться на уровне мениска). Наклоняя пробирку, добейтесь того, чтобы кусочки металла упали на дно пробирки. Наблюдайте выделение водорода и вытеснение воды в уравнительный сосуд. Когда весь металл растворится, дайте пробирке остыть, приведите положение воды в бюретке и воронке к одному уровню и точно отметьте положение мениска в бюретке. Разность двух отсчетов - до и после реакции металла с

кислотой - дает объем водорода (**V**), выделившегося при данных условиях (**T** и **P**).

### Форма записи результатов опыта

Навеска металла	<b><i>m</i>, г</b>
Объем выделившегося водорода при данных условиях	<b><i>V</i>, мл</b>
Температура опыта	<b><i>T</i>, К</b>
Барометрическое давление	<b><i>P</i>, Па</b>
Давление насыщенного водяного пара при температуре опыта	<b><i>h</i>, Па</b>

### Обработка результатов опыта

Пользуясь уравнением Менделеева-Клапейрона, рассчитайте массы выделившегося водорода:

$$m_{\text{H}_2} = \frac{P_{\text{H}_2} \cdot V_{\text{H}_2} \cdot M_{\text{H}_2}}{T \cdot R}, \text{ г},$$

где  $M_{\text{H}_2}$  - молярная масса водорода, 2 г/моль;  $T$  - температура опыта, К;  $R$  - газовая постоянная - 8.31 Дж/моль К;  $V_{\text{H}_2}$  - объем выделившегося водорода, мл;  $P_{\text{H}_2}$  - парциальное давление водорода, Па, рассчитанное по формуле:  $P_{\text{H}_2} = P - h$ , где  $P$  - атмосферное давление, Па;  $h$  - давление насыщенного водяного пара при данной температуре, Па (см. таблицу 1)

Таблица 1

$t, ^\circ\text{C}$	$h, \text{Па}$	$t, ^\circ\text{C}$	$h, \text{Па}$	$t, ^\circ\text{C}$	$h, \text{Па}$
11	1306	16	1813	21	2490
12	1400	17	1933	22	2640
13	1493	18	2066	23	2813
14	1600	19	2200	24	2986
15	1706	20	2333	25	3173

По закону эквивалентов определите молярную массу эквивалента металла:

$$\mathcal{E}_{\text{Me}} = \frac{m_{\text{Me}}}{m_{\text{H}_2}} \cdot \mathcal{E}_{\text{H}_2}, \text{ г/моль (экв)};$$

$$\mathcal{E}_{\text{H}_2} = f_{\text{H}_2} \cdot M_{\text{H}_2} = 1/2 \cdot 2 \text{ г/моль} = 1 \text{ г/моль}.$$

Узнайте у преподавателя степень окисления растворенного вами металла, определите, какой это металл, и по таблице Д.И. Менделеева рассчитайте точную молярную массу эквивалента данного металла ( $\mathcal{E}$  точн.).

Определите относительную погрешность опыта:

$$\Delta = \frac{\mathcal{E}_{\text{Мс}} - \mathcal{E}_{\text{точн.}}}{\mathcal{E}_{\text{Мс}}} \cdot 100\%.$$

### Контрольные вопросы и задания.

1. Почему при определении молярной массы соли в бюретку заливают не воду, а раствор поваренной соли?
2. Почему при определении объема выделившегося газа необходимо выравнять уровни жидкости в бюретке и сообщающейся с ней трубке?
3. Какой оксид реагировал с 16г кислорода, если в реакцию вступило 64 грамма оксида, образованного элементом со степенью окисления 44, фактор эквивалентности оксида равен 1/2 ?
4. Определите эквивалент металла, 56 г которого прореагировали с раствором, содержащим 109.5 г соляной кислоты.
5. Зависит ли эквивалент химического элемента от степени окисления элемента или является постоянной величиной?

### РАБОТА 3. Окислительно-восстановительные реакции

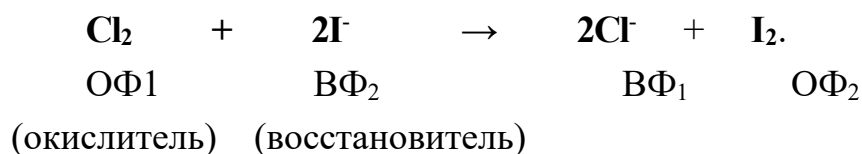
**Цель работы** - изучить окислительно-восстановительные свойства химических соединений, составить уравнения окислительно-восстановительных реакций, определить направление окислительно-восстановительных процессов по электродным потенциалам.

Окислительно-восстановительные процессы широко распространены в природе, они протекают в атмосфере и в магматических расплавах. Руды и минералы земной поверхности окисляются при воздействии  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$  и влаги, выветриваются, образуя гидроксиды, карбонаты, сульфаты. Например, пирит разлагается во влажном воздухе



с выделением серной кислоты. Растворы серной кислоты опускаются вниз, выделяя из сульфидов сероводород, который ниже уровня грунтовых вод в отсутствие кислорода восстанавливает серебро, мышьяк, висмут, медь.

Окислительно-восстановительные реакции сопровождаются перераспределением электронной плотности. Если частица отдает электроны, то степень окисления элемента повышается и он переходит в окисленную формы (ОФ), если принимает, то элемент переходит в восстановленную форму (ВФ). Обе формы составляют сопряженную окислительно-восстановительную пару. В каждой реакции участвуют две сопряженные пары:



Окислительно-восстановительная способность атомов и ионов характеризуется величиной их окислительно-восстановительного (электродного) потенциала,  $\varphi^0$  ОФ/ВФ - стандартный электродный потенциал.

Располагая значениями электродных потенциалов, можно определить возможность и направление окислительно-восстановительных реакций, зная правило: сопряженная пара с более положительной величиной электродного потенциала выступает в качестве окислителя, а с отрицательной - в качестве восстановителя.

Пример. В каком направлении могут самопроизвольно протекать реакции:

- 1)  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \leftrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ,
- 2)  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^- \leftrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2$ ,

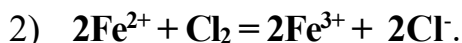
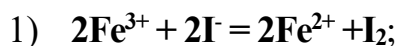
если известны величины стандартных потенциалов следующих пар:

ОФ/ВФ	$\text{I}_2/2\text{I}^-$	$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$	$\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-$
$\varphi^0, \text{В}$	<b>0.54</b>	<b>0.77</b>	<b>1.36</b>

Решение. Увеличение активности ОФ наблюдается с ростом алгебраической величины.

$\text{I}_2$ , как ОФ с наименьшим значением, не может окислять ионы  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Cl}^-$ . Ионы  $\text{Fe}^{3+}$  могут окислять иодид-ионы, не способны окислять ионы  $\text{Cl}^-$ .  $\text{Cl}_2$  является ОФ пары с наибольшим значением  $\varphi^0$  и служит окислителем

для ионов  $\text{Fe}^{2+}$ . Поэтому первая реакция протекает в прямом направлении, а вторая - в обратном:



### Опыт 1. Окислительные свойства нитрита натрия

В пробирку налейте 1 мл раствора иодида калия и столько же разбавленной серной кислоты, а затем - на кончике шпателя добавьте сухой соли нитрита натрия.

Отметьте выделение бесцветного газа  $\text{NO}$ , его побурение под действием кислорода воздуха, а также окраску образовавшегося раствора при выделении йода.

Напишите уравнение реакции на основе электронного баланса

$$\varphi^0 \text{I}_2/2\text{I}^- = 0.54 \text{ В}; \quad \varphi^0 \text{NO}_2^-/\text{NO} = 0.99 \text{ В},$$

сравнивая эти потенциалы, решите, какая из двух пар будет играть роль восстановителя. Может ли в результате реакции образоваться диоксид азота?

### Опыт 2. Восстановительные свойства нитрита натрия

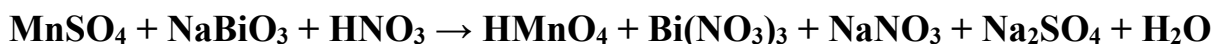
Налейте в пробирку 1 мл раствора перманганата калия и добавьте на кончике шпателя сухой соли нитрита натрия до изменения окраски раствора. Составьте уравнение реакции, имея в виду, что перманганат-ион в нейтральной среде восстанавливается до диоксида марганца (IV), нитрит-ион окисляется до нитрат-иона, а среда становится щелочной (образуется  $\text{KOH}$ )

$$\varphi^0 \text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2 = +0.62 \text{ В}; \quad \varphi^0 \text{NO}_3^-/\text{NO}_2^- = -0.01 \text{ В},$$

сравнивая эти потенциалы, решить, какая из двух пар будет играть роль окислителя.

### Опыт 3. Образование окрашенных перманганат-ионов

Ионы  $\text{Mn}$  окисляются висмутатом натрия в азотнокислой среде с образованием перманганат-ионов:



К 1-2 каплям сульфата марганца добавляют 4-5 капель раствора азотной кислоты и на кончике шпателя висмутата натрия.

Реакция протекает без нагревания. Как объяснить появление малиновой окраски?

$$\varphi^0 \text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+} = 1.51 \text{ В}; \quad \varphi^0 \text{NaBiO}_3/\text{Bi}^{3+} = 1.8 \text{ В},$$

укажите окислитель и восстановитель.

Рассчитайте коэффициенты для проведенной реакции на основе электронного баланса.

#### **Опыт 4. Окислительные свойства сульфита натрия**

Налейте в пробирку 4-5 капель разбавленной серной кислоты, добавьте 2-3 капли раствора  $\text{Na}_2\text{S}$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  на кончике шпателя. Наблюдать выделение серы в виде белой мути



Рассчитайте коэффициенты для этой реакции на основе электронного баланса

$$\varphi^0 \text{SO}_3^{2-}/\text{S} = 0.45 \text{ В}; \quad \varphi^0 \text{S}/\text{S}^{2-} = -0.48 \text{ В},$$

укажите окислитель и восстановитель.

#### **Опыт 5. Окислительные свойства перманганата калия в различных средах**

В три пробирки налить по 1 мл раствора перманганата калия.

В первую пробирку добавляют 1 мл разбавленной серной кислоты.

Во вторую пробирку наливают 1 мл воды.

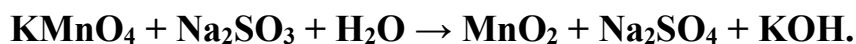
В третью пробирку помешают 1 мл щелочи.

Затем в каждую пробирку засыпают по половине стеклянной ложечки сухой соли сульфита натрия.

В первой пробирке образуется ион  $\text{Mn}^{2+}$



Во второй пробирке получается диоксид марганца (IV)



В третьей пробирке восстановление протекает до  $\text{MnO}_4^{2-}$



Подберите коэффициенты для уравнений методом электронного баланса

$$\begin{aligned} \varphi^0 \text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+} &= 1.51 \text{ В}; & \varphi^0 \text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2 &= 0.62 \text{ В}, \\ \varphi^0 \text{MnO}_4^-/\text{MnO}_4^{2-} &= 0.56 \text{ В}; & \varphi^0 \text{SO}_4^{2-}/\text{SO}_3^{2-} &= 0.22 \text{ В}. \end{aligned}$$

Установить, в какой среде перманганат калия является наиболее сильным окислителем.

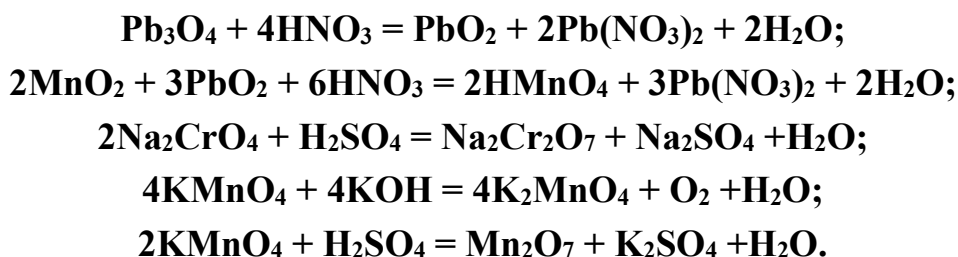
### Опыт 6. Окислительные свойства дихромата калия.

Налейте в пробирку 1-2 мл раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , столько же разбавленной серной кислоты и добавьте несколько кристаллов сульфата железа до изменения окраски раствора. Напишите уравнение реакции, учитывая, что  $\text{Fe}^{2+}$  окисляется до  $\text{Fe}^{3+}$ , дихромат-ион восстанавливается до  $\text{Cr}^{3+}$

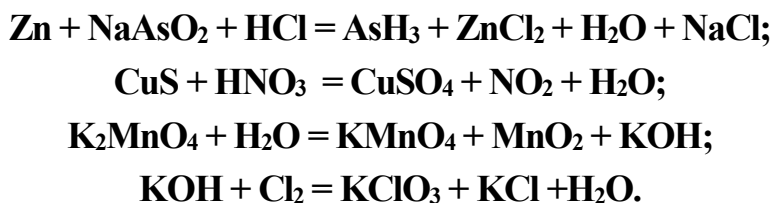
$$\varphi^0 \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+} = 1.33 \text{ В}; \quad \varphi^0 \text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 0.77 \text{ В}.$$

### Контрольные вопросы и задания

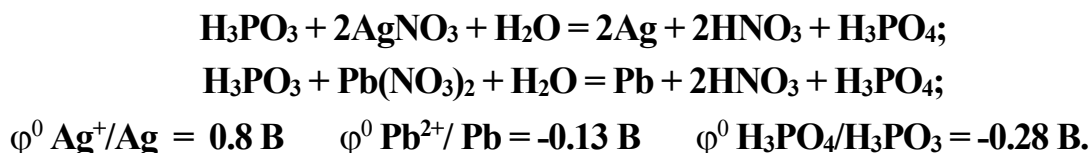
1. Какие из реакций являются окислительно-восстановительными, укажите для них окислитель, восстановитель и среду



2. Рассчитайте коэффициенты для реакций



3. Какие из приведенных реакций могут протекать самопроизвольно?



4. Укажите, какое из уравнений соответствует реальному протеканию химической реакции?





## Работа 1. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Цель работы - изучение электрохимических процессов, протекающих при работе гальванических элементов, расчет значений ЭДС гальванических элементов и величин энергии Гиббса по значениям электродных потенциалов.

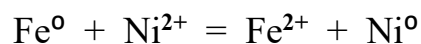
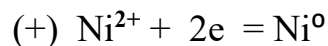
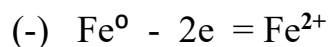
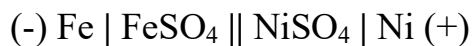
Химические источники электрической энергии имеют широкое распространение, т.к. для многих современных машин, аппаратов и транспорта требуются автономные источники электрической энергии. Любое горное предприятие используют химические источники тока. Простейший пример химического источника тока - гальванический элемент.

В гальванических элементах протекают процессы превращения химической энергии окислительно-восстановительных реакций в электрическую.

Электрохимическая схема гальванического элемента.



Отрицательным полюсом (анодом) этого гальванического элемента является железо, поскольку его электродный потенциал меньше потенциала никеля.



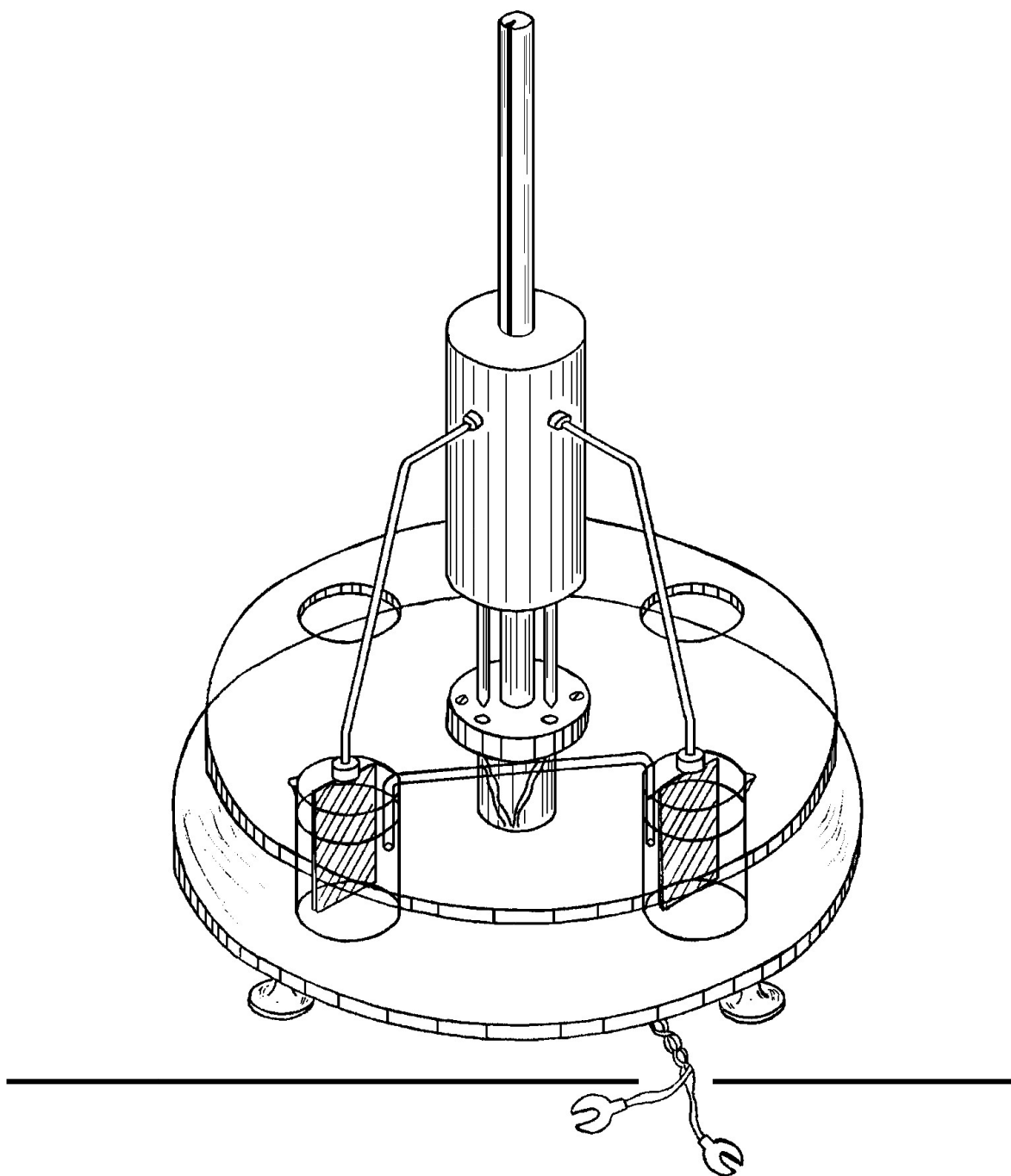
Электродвижущая сила(ЭДС) гальванического элемента определяется по равности электродных потенциалов:  $\text{ЭДС} = \varphi_{(+)} - \varphi_{(-)}$ , соответствующих процессам, протекающим на положительном и отрицательном полю-

сах гальванического элемента. Пользуясь таблицей стандартных электродных потенциалов, можно определить ЭДС этого гальванического элемента:

$$E = \varphi_{\text{ок}}^0 - \varphi_{\text{вос}}^0 = \varphi_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0 - \varphi_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 = -0.25 - (-0.44) = 0.19 \text{ В}$$

Изменение энергии Гиббса  $\Delta G_{298}^0$  связано с ЭДС гальванического элемента соотношением  $\Delta G_{298}^0 = -nFE$ , где  $n$  - число электронов, принима-

Общий вид установки для измерения электродвижущей силы гальванического элемента в рабочем состоянии



ющих участие в реакции;  $F$  - постоянная Фарадея (96500 Кл/моль);  
 $E$  - ЭДС гальванического элемента.

### **Опыт 1. Медно - цинковый гальванический элемент.**

В два химических стаканчика налейте равные объемы растворов сульфата цинка ( $C_M = 1$  моль/л) и сульфата меди ( $C_M = 1$  моль/л). Опустите пластинки цинка и меди в растворы собственных солей. Растворы соедините электролитическим ключом - жидкостным мостиком, заполненным на-

сыщенным раствором хлорида калия. Провода внешней цепи присоедините к гальванометру.

1. Напишите: электрохимическую схему полученного гальванического элемента; процессы, протекающие на отрицательном и положительном полюсах гальванического элемента; суммарную окислительно-восстановительную реакцию в ионной и молекулярной формах.

2. Укажите направление перехода электронов во внешней цепи.

3. По значениям электродных потенциалов рассчитайте ЭДС гальванического элемента.

4. Запишите показание гальванометра в вольтах (В) и сравните его с расчетным значением ЭДС.

Последующие опыты 2, 3 и 4 оформить по той же схеме (пункты 1-4).

### **Опыт 2. Медно-свинцовый гальванический элемент**

Опустите в растворы собственных солей пластинки из меди и свинца. Концентрации растворов задаются преподавателем. Соедините растворы электролитическим ключом. Присоедините провода внешней цепи к гальванометру. Наблюдайте отклонение стрелки гальванометра, указывающее на возникновение электрического тока.

### **Опыт 3. Медно-кадмиевый гальванический элемент.**

В один стаканчик налейте раствор сульфата кадмия ( $C_M = 1$  моль/л), а в другой налейте раствор сульфата меди ( $C_M = 1$  моль/л). Погрузите в эти растворы соответственно пластинки из кадмия и меди, соедините электролитическим ключом. Провода внешней цепи присоедините к гальванометру.

### **Опыт 4. Свинцово-цинковый гальванический элемент.**

Налейте в два химических стаканчика равные объемы растворов солей свинца (II) и цинка, их концентрации задаются преподавателем. Опустите в них соответственно пластинки свинца и цинка. С помощью электролитического ключа соедините растворы солей. Подключите во внешнюю цепь гальванометр.

### **Контрольные вопросы и задания.**

1. Объясните, почему показания гальванометра отличаются от расчетного значения ЭДС?

2. Каким образом можно добиться возрастания ЭДС в гальванических элементах?

3. Какие изменения концентрации растворов солей на электроде - окислителе и электроде - восстановителе приводят к увеличению и уменьшению ЭДС?

4. Халькопирит ( $\varphi = 0.42$  В) растворяется в природных водах чрезвычайно медленно. Почему при контакте с пиритом ( $\varphi = 0.7$  В) этот процесс ускоряется?

5. Рассчитайте значение ЭДС и энергии Гиббса медно-цинкового гальванического элемента, если концентрация раствора сульфата цинка равна 0.5 моль/л, а концентрация сульфата меди равна - 2 моль/л.

6. Приведите примеры двух гальванических элементов, в одном из которых железо будет отрицательным полюсом (анодом), а в другом будет положительным полюсом (катодом).

## **Работа 2. ЭЛЕКТРОЛИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ.**

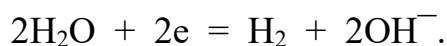
Цель работы - изучение электрохимических процессов, протекающих при электролизе водных растворов солей с инертным и растворимым анодами, запись процессов, происходящих на катоде и аноде.

Практически нет ни одной отрасли техники, где бы не применялся электролиз. При выполнении строительных работ проводят электрохимическую обработку глинистых грунтов, при обогащении полезных ископаемых прибегают к электрохимическому кондиционированию флотационной пульпы. В том случае, когда другие методы не обеспечивают необходимой степени очистки воды, используют электрохимическую обработку производственных сточных вод пропусканием через электрокоагуляторы с электродами из железа или алюминия.

При электролизе рассматриваются процессы на электродах: катоде, заряженном отрицательно, и аноде, заряженном положительно. Внешний источник тока выполняет роль своеобразного электронного насоса, который “нагнетает” электроны на катод и “откачивает” электроны с анода. Когда потенциалы электродов достигают определенных значений, на них становится возможным заряд ионов или молекул из раствора - начинается электролиз.

**Катодные процессы:** На катоде в первую очередь протекает тот процесс восстановления, потенциал которого более положителен. При электролизе водных растворов на катоде выделяются все металлы, потенциалы которых положительнее, чем  $-1.0\text{ В}$ .

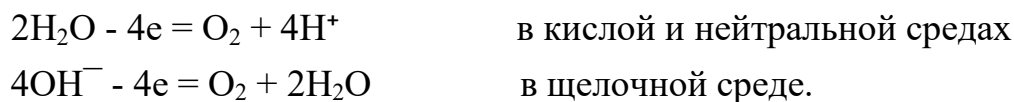
Если в растворе находятся лишь ионы металлов, более активных чем марганец, потенциалы которых отрицательнее, чем  $-1.0\text{ В}$ , на катоде выделяется водород из воды по реакции:



**Анодные процессы:** на нерастворимых анодах из Pt, Ti, C происходит процесс окисления того восстановителя, потенциал которого более отрицателен. Практически: если в растворе имеются анионы  $\text{I}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ , не содержащие кислород, то они окисляются с выделением  $\text{I}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ , соответственно.



Если же в растворе имеются лишь ионы  $\text{F}^-$ , или анионы, содержащие кислород, потенциал которых больше  $2.0\text{ В}$ , то на аноде выделяется кислород из воды по реакции:



В зависимости от окисляемости материала анода различают процессы с растворимым и нерастворимым (инертным) анодом. Растворимые аноды (большинство металлов) в ходе электролиза окисляются, посылая свои ионы в раствор. Например:  $\text{Cu} - 2\text{e} = \text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni} - 2\text{e} = \text{Ni}^{2+}$ . Инертные электроды при электролизе окислению не подвергаются. К числу наиболее распространенных инертных анодов относятся электроды из платины, графита, титана.

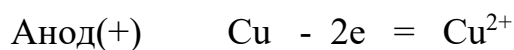
Примеры электролиза водных растворов солей

1. Электролиз водного раствора  $\text{SnCl}_2$ , анод Pt



2. Электролиз водного раствора  $\text{CuSO}_4$ , анод Cu





### **Опыт 1. Электролиз водного раствора сульфата натрия с графитовым анодом**

Получите электролизер, заполненный раствором сульфата натрия, с графитовыми электродами и пропустите постоянный электрический ток напряжением 12 В. Через 1-2 минуты сравните интенсивность выделения пузырьков газа на электродах, определите расположение катода и анода.

В околокатодное пространство налейте несколько капель фенолфталеина, а в околоанодное - лакмуса. Окраска индикаторов должна измениться. Объясните наблюдаемое явление, составив электронно - ионные схемы процессов, протекающих на катоде и аноде, и указывая стандартные значения окислительно - восстановительных потенциалов.

### **Опыт 2. Электролиз водного раствора иодида калия с графитовым анодом**

Получите электролизер, заполненный раствором иодида калия с графитовыми электродами, присоедините электроды к сети постоянного тока. Через 1-2 минуты наблюдайте изменение окраски раствора.

Запишите результаты опыта, составив электронно-ионные схемы процессов, протекающих на катоде и аноде с указанием величин стандартных окислительно-восстановительных потенциалов. Объясните, почему и у какого электрода появилась окраска, почему на катоде не выделяется металлический калий.

### **Опыт 3. Электролиз водных растворов сульфатов кадмия, меди, никеля, цинка, нитрата свинца.**

Получите электролизеры, заполненные водными растворами солей, присоедините графитовые электроды к сети постоянного тока. Пропускайте электрический ток в течение получаса, пока на одном из электродов не появится налет металла.

Поменяйте полюса на электродах, т.е. произведите переполюсовку электродов поворотом вилки относительно розетки. Снова пропускайте электрический ток.

Составьте электронно-ионные схемы катодного и анодного процессов с указанием величин стандартных электродных потенциалов, протека-

ющих при электролизе всех солей: а) с графитовым анодом; б) с соответствующим металлическим анодом.

### Контрольные вопросы и задания

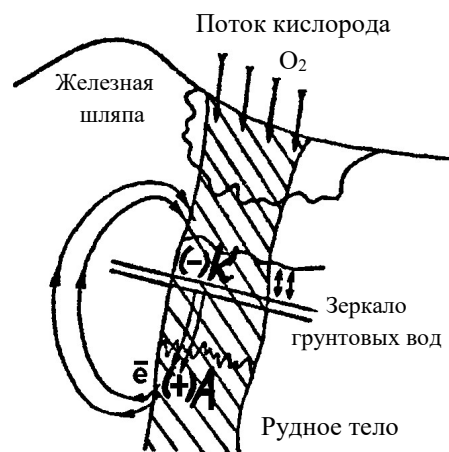
1. Если на электродах могут протекать несколько электрохимических процессов, то какой из них реализуются и что является критерием, определяющим его преимущество?

2. В какой последовательности должны разряжаться на катоде ионы  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ , если в растворе они содержатся в одинаковой концентрации? Чем эта последовательность определяется?

3. Составьте электронно-ионные схемы катодного и анодного процессов, происходящих на медных электродах при электролизе водного раствора нитрата калия.

4. При электролизе водного раствора соли значение рН в приэлектродном пространстве одного из электродов возросло. Раствор какой соли подвергся электролизу: а)  $\text{CdSO}_4$ ; б)  $\text{CuCl}_2$ ; в)  $\text{KBr}$  ?

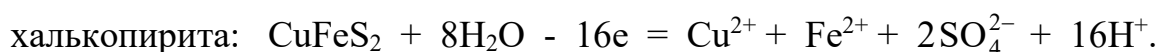
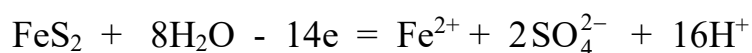
5. Рудное тело, содержащее сульфидные минералы в количестве, достаточном для того, чтобы обеспечить электропроводность, можно рассматривать как нерастворимый электрод в поле Земли. В грунтовых водах, окружающих рудное тело, концентрация электролитов изменяется с глубиной. Верхний конец проводника играет роль катода, а нижний - анода. Катионы подъемных вод перемещаются к катоду, а ионы - к аноду, как показано на приведенной схеме.



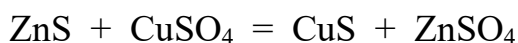
На *а н о д е* происходит окисление, минералы теряют электроны и переходят в раствор.

Например, растворение пирита характеризуется уравнением:

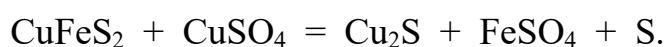




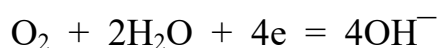
Образующиеся ионы меди (II) вступают в обменные реакции создают так называемую зону вторичного обогащения. Сфалерит замещается ковеллином:



халькопирит обогащается медью за счет образования халькозина:



На *к а т о д е* происходит восстановление. Из нескольких возможных катодных процессов протекает тот, потенциал которого более положителен. Катодные процессы в верхней части рудного тела заключается в потреблении электронов, высвободившихся на аноде и переместившихся на катод. Здесь могли бы восстанавливаться катионы, но в первую очередь реагирует атмосферный кислород, приток которого осуществляется непрерывно, а потенциал намного положительнее, чем у прочих участников геохимического процесса.



а) используя уравнение ионно-электронного баланса, составьте суммарную реакцию растворения пирита в молекулярном виде;

б) какова среда ( значение водородного показателя ) рудничных вод каменноугольных шахт, если уголь содержит примеси сульфидов?

в) составьте уравнение электронного баланса для приведенной выше реакции взаимодействия халькопирита и сульфата меди с образованием халькозина.

### Работа 3. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

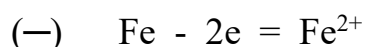
Цель работы - изучение электрохимических процессов, протекающих при работе коррозионных гальванопар.

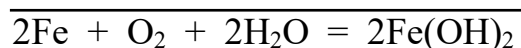
Десятки миллионов тонн металла ежегодно теряются вследствие коррозии. Горное дело является одним из наиболее металлоемких производств. Вполне возможно сократить потери от коррозии за счет лучшего понимания горными инженерами важнейших физико - химических закономерностей коррозии. Чаще всего разрушение металлов вызывается электрохимической коррозией, которая является результатом эксплуатации металлического оборудования при повышенном содержании коррозионно-активных веществ в шахтах, на карьерах и в горных породах.

Электрохимическая коррозия происходит в средах, проводящих электрический ток, сопровождается направленным движением электронов и ионов. Электролиты могут содержаться даже в тонком невидимом слое влаги, адсорбированной из воздуха поверхностью металла. Реальная поверхность твердых металлов неоднородна. Различные примеси в металле, его структурная неоднородность, механическая деформация металла, различие концентраций коррозионных агентов в растворах, контактирующих с металлом - все это приводит к тому, что на одних участках поверхности корродирующего металла идет процесс окисления металла (анодный процесс), а на других - процесс восстановления окислителя (катодный процесс).

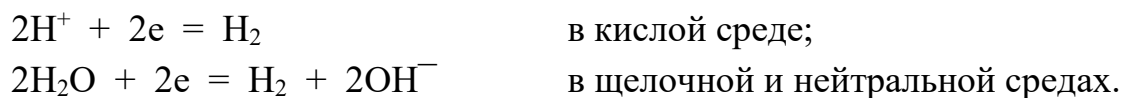
Схема электрохимической коррозии становится таким образом аналогичной схеме работы короткозамкнутого гальванического элемента, в котором протекает анодное окисление металла и катодное восстановление окислителя. В литературе по коррозии окислитель обычно обозначают специальным термином *деполяризатор*. Самыми распространенными деполяризаторами в процессах электрохимической коррозии являются растворенный кислород и ионы водорода. Соответственно различают процессы с кислородной и водородной деполяризацией.

С кислородной деполяризацией корродируют металлы, находящиеся во влажной атмосфере, в воде, нейтральных растворах солей, во влажном грунте. Это самый распространенный тип коррозионных процессов.





В процессах коррозии с *водородной деполяризацией* окисление металла происходит под действием ионов водорода:



Коррозия с водородной деполяризацией преобладает в следующих условиях: для большинства металлов в растворах кислот, для очень активных металлов в нейтральных растворах (например, коррозия магния в воде и растворах хлорида натрия), для амфотерных металлов (например, олово, цинк, алюминий) в растворах щелочей.

Коррозию значительно замедляет поляризация. Концентрационная поляризация - накопление ионов металла на аноде и недостаточно быстрое связывание электронов, поступающих на катод, вследствие уменьшения концентрации окислителя в растворе. Газовая поляризация - слой адсорбированного водорода на поверхности катода, затрудняющий дальнейшее восстановление, если окислителями были ионы водорода.

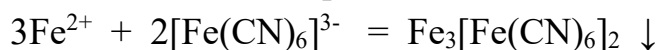
Во многих случаях металл предохраняет от коррозии образующаяся на его поверхности стойкая нерастворимая оксидная пленка. Однако, некоторые анионы, например, хлориды, разрушают такие пленки за счет связывания катионов металлов прочные комплексные ионы, растворимые в воде, которые легко удаляются с поверхности металла тем самым усиливая коррозию.

Коррозию замедляют введением в жидкую фазу ингибиторов. Ингибиторы образуют с металлом нерастворимые соединения-соли или прочно связанные поверхностные соединения и таким образом предохраняют поверхность от дальнейшего окисления. Ингибиторы как бы наносят на поверхность металла слой масляной краски толщиной в одну молекулу.

### **Опыт 1. Коррозия оцинкованного и луженого железа в кислой среде**

В две пробирки наливают по 2-3 мл разбавленной серной кислоты. Затем кусочек пластинки из оцинкованного железа помещают в первую пробирку, а во вторую - кусочек пластинки из луженого железа (покрытого оловом). В обе пробирки доливают по 1 мл раствора гексацианоферрата (III) калия, с помощью которого можно обнаружить  $\text{Fe}^{2+}$ , которые образу-

ются при коррозии железа. Ион  $Fe^{2+}$  с этим реактивом дает характерное синее окрашивание в соответствии с реакцией:



Через несколько минут наблюдать растворение железа в кислоте, замечая синее окрашивание на срезах одной из пластинок.

Результаты опыта занести в таблицу:

	Оцинкованное железо	Луженое железо
Коррозионная гальванопара		
Процессы (-)		
на полюсах (+)		
Суммарная реакция		
Синеет через минуту		

В строке "коррозионная гальванопара" запишите электрохимическую схему гальванического элемента.

Сделайте вывод, какой металл растворяется при коррозии оцинкованного и луженого железа и может ли быть использован цинк в качестве протектора для защиты стального оборудования.

Слейте кислоту в стакан для слива кислот осторожно, не теряя кусочков железа. Налить воды в пробирки и промыть 2 раза кусочки металла от кислоты, не доставая их из пробирок.

### **Опыт 2. Коррозия оцинкованного и луженого железа в нейтральной среде.**

В две пробирки с кусочками металла из опыта 1 наливают по 2-3 мл раствора хлорида натрия и добавляют в каждую по 1 мл раствора гексацианоферрата ( III ) калия.

Через несколько минут замечают синее окрашивание на боковых срезах одной из пластинок.

Результаты опыта запишите в такую же таблицу, как и в первом опыте.

Сделайте вывод, какой металл растворяется при коррозии.

### **Опыт 3. Растворение химически чистого цинка и цинка, частично покрытого медью, в серной кислоте**

В пробирку помещают гранулу химически чистого цинка и 2-3 мл разбавленной серной кислоты. Начавшееся растворение цинка через некоторое время замедляется или прекращается совсем.

В другую пробирку наливают 2-3 мл раствора сульфата меди и опускают такую же гранулу цинка. Через 4-5 минут осторожно сливают раствор и промывают омедненный цинк 2-3 раза водой. Воду сливают, добавляют 2-3 мл разбавленной серной кислоты и наблюдают выделение газообразного водорода.

Результаты опыта запишите в виде ответов на следующие вопросы:

1. Объясните, почему замедляется растворение химически чистого цинка в серной кислоте?
2. Составьте электрохимическую схему коррозионной гальванопары, образованной цинком и металлической медью, выделившейся на его поверхности.
3. Запишите процессы, происходящие у полюсов этой коррозионной гальванопары.
4. Сделайте вывод, почему происходит ускорение растворения цинка в контакте с медью.

### **Опыт 4. Действие ингибитора коррозии**

В две пробирки налить 2-3 мл разбавленной серной кислоты, в одну из них добавляют 1 мл раствора уротропина. В две пробирки поместить по несколько кусочков железных стружек. Объясните разницу в действии на металлы обычной ингибированной кислоты.

### **Опыт 5. Действие стимулятора коррозии**

В две пробирки поместить по кусочку алюминиевой **пластинки** и добавить по 1-2 мл водного раствора сульфата меди. В одну из пробирок всыпать микрошпатель (щепотку) сухого хлорида натрия. Следить, как влияет добавка его на коррозию алюминия.

### Контрольные вопросы и задания.

1. Какое покрытие металла называют анодным и какое катодным? Назовите металлы, которые можно использовать для анодного и катодного покрытия железа во влажном воздухе и в сильноокислой среде.

2. Железное изделие покрыли свинцом. Какое это покрытие: анодное или катодное? Почему? Составьте уравнение анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении цельности покрытия во влажном воздухе и в растворе соляной кислоты. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

3. Почему некоторые достаточно активные металлы, например, алюминий, не корродируют на воздухе? Назовите другие металлы с аналогичными свойствами.

4. Одинаково ли отношение к коррозии технического и химически чистого металла? чем вызывается коррозия конструкционной стали?

5. Какое железо корродирует быстрее: находящиеся в контакте с оловом или медью? Мотивируйте ваш выбор.

6. Величины электродных потенциалов металлов уменьшается при повышении рН среды. Объясните, почему при изменении нейтральной среды на щелочную коррозионная устойчивость железа, меди, магния и ряда других металлов увеличивается, а алюминия, хрома, цинка, олова уменьшается



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ЛЕКЦИЯ № 1. Введение .....</b>	<b>5</b>
1. Определение жизни на современном этапе развития науки .....	5
2. Фундаментальные свойства живой материи .....	5
3. Уровни организации жизни.....	8
<b>ЛЕКЦИЯ № 2. Химия клетки. Химический состав живых систем. Биологическая роль белков, полисахаридов, липидов и АТФ .....</b>	<b>10</b>
1. Клеточная теория (КТ) Предпосылки клеточной теории.....	10
2. Обзор химического строения клетки.....	11
3. Биополимеры Белки .....	11
4. Нуклеиновые кислоты. Биосинтез белка .....	13
5. ДНК.....	13
6. РНК .....	14
7. Биосинтез белка.....	14
<b>Лекция №3 Структура клетки.....</b>	<b>16</b>
1. Функции и строение цитоплазматической мембраны .....	16
2. Строение и функции полуавтономных структур клетки: митохондрий и пластид ...	17
3. Строение и функции лизосом и пероксисом. Лизосомы.....	18
4. Строение и функции эндоплазматического ретикулума, комплекса Гольджи .....	19
<b>ЛЕКЦИЯ №4. Одномембранные, двумембранные, немембранные органоиды цитоплазмы. ....</b>	<b>21</b>
1. Строение и функции клеточного ядра.....	21
2. Строение и функции немембранных структур клетки .....	22
3. Гиалоплазма – внутренняя среда клетки. Цитоплазматические включения .....	23
<b>ЛЕКЦИЯ № 5. Прокариотическая и эукариотическая клетка. Основные клеточные формы .....</b>	<b>25</b>
1. Прокариоты.....	25
2. Общие сведения об эукариотической клетке .....	26
3. Неклеточные формы жизни – вирусы, бактериофаги.....	27
<b>ЛЕКЦИЯ № 9.1. Жизненный цикл клетки .....</b>	<b>29</b>



1. Понятие о жизненном цикле .....	29
2. Биологическое значение жизненного цикла.....	29
3. Митоз. Характеристика основных этапов.....	30
4. Нетипичные формы митоза .....	31
<b>ЛЕКЦИЯ № 9.2. Мейоз: характеристика, биологическое значение .....</b>	<b>32</b>
1. Стадии мейоза.....	32
2. Биологическое значение мейоза .....	33
<b>ЛЕКЦИЯ 9.3. Бесполое размножение. Формы и биологическая роль .....</b>	<b>33</b>
1. Биологическая роль бесполого размножения.....	34
2. Формы бесполого размножения.....	34
3. Вегетативная форма размножения .....	34
<b>ЛЕКЦИЯ № 10.1. Развитие половых клеток. Строение и функции половых клеток (гамет).....</b>	<b>36</b>
1. Общие свойства гамет.....	36
2. Строение и функции яйцеклетки.....	36
3. Строение и функции сперматозоидов .....	37
4. Оплодотворение .....	38
<b>ЛЕКЦИЯ 10.2. Половое размножение. Его формы и биологическая роль.....</b>	<b>40</b>
1. Эволюционный смысл полового размножения.....	40
2. Виды полового размножения .....	41
3. Различия между гаметами .....	42
4. Нетипичное половое размножение.....	42
<b>ЛЕКЦИЯ 10.3. Гаметогенез.....</b>	<b>43</b>
1. Понятия гаметогенеза .....	43
2. Стадии гаметогенеза .....	44
<b>ЛЕКЦИЯ 10.4. Онтогенез.....</b>	<b>45</b>
1. Понятие об онтогенезе.....	45
2. Эмбриональное развитие.....	46
<b>ЛЕКЦИЯ № 11. Основные понятия генетики. Законы наследования .....</b>	<b>48</b>

1. Законы Г. Менделя .....	48
2. Ди- и полигибридное скрещивание. Независимое наследование .....	49
3. Взаимодействия аллельных генов .....	50
4. Наследование групп крови системы АВО .....	51
5. Наследственность. Неаллельные гены .....	51
6. Генетика пола .....	53
7. Наследственность и изменчивость .....	54
8. Гетероплоидия – изменение числа отдельных хромосом в кариотипе .....	55
9. Методы изучения наследственности человека Генеалогический метод.....	57

# ЛЕКЦИЯ № 1. Введение

## 1. Определение жизни на современном этапе развития науки

Довольно трудно дать полное и однозначное определение понятию жизни, учитывая огромное разнообразие ее проявлений. В большинстве определений понятия жизни, которые давались многими учеными и мыслителями на протяжении веков, учитывались ведущие качества, отличающие живое от неживого. Например, Аристотель говорил, что жизнь – это «питание, рост и одряхление» организма; А. Л. Лавуазье определял жизнь как «химическую функцию»; Г. Р. Тревиранус считал, что жизнь есть «стойкое единообразие процессов при различии внешних влияний». Понятно, что такие определения не могли удовлетворить ученых, так как не отражали (и не могли отражать) всех свойств живой материи. Кроме того, наблюдения свидетельствуют, что свойства живого не исключительны и уникальны, как это казалось раньше, они по отдельности обнаруживаются и среди неживых объектов. А. И. Опарин определял жизнь как «особую, очень сложную форму движения материи». Это определение отражает качественное своеобразие жизни, которое нельзя свести к простым химическим или физическим закономерностям. Однако и в этом случае определение носит общий характер и не раскрывает конкретного своеобразия этого движения.

Ф. Энгельс в «Диалектике природы» писал: «Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является обмен веществом и энергией с окружающей средой».

Для практического применения полезны те определения, в которых заложены основные свойства, в обязательном порядке присущие всем живым формам. Вот одно из них: жизнь – это макромолекулярная открытая система, которой свойственны иерархическая организация, способность к самовоспроизведению, самосохранению и саморегуляции, обмен веществ, тонко регулируемый поток энергии. Согласно данному определению жизнь представляет собой ядро упорядоченности, распространяющееся в менее упорядоченной Вселенной.

Жизнь существует в форме открытых систем. Это означает, что любая живая форма не замкнута только на себе, но постоянно обменивается с окружающей средой веществом, энергией и информацией.

## 2. Фундаментальные свойства живой материи

Эти свойства в комплексе характеризуют любую живую систему и жизнь вообще:

1) самообновление. Связано с потоком вещества и энергии. Основу обмена веществ составляют сбалансированные и четко взаимосвязанные процессы ассимиляции (анаболизм, синтез, образование новых веществ) и диссимиляции (катаболизм, распад). В результате

ассимиляции происходят обновление структур организма и образование новых его частей (клеток, тканей, частей органов). Диссимиляция определяет расщепление органических соединений, обеспечивает клетку пластическим веществом и энергией. Для образования нового нужен постоянный приток необходимых веществ извне, а в процессе жизнедеятельности (и диссимиляции, в частности) образуются продукты, которые нужно вывести во внешнюю среду;

2) самовоспроизведение. Обеспечивает преемственность между сменяющимися поколениями биологических систем. Это свойство связано с потоками информации, заложенной в структуре нуклеиновых кислот. В связи с этим живые структуры постоянно воспроизводятся и обновляются, не теряя при этом сходства с предыдущими поколениями (несмотря на непрерывное обновление вещества). Нуклеиновые кислоты способны хранить, передавать и воспроизводить наследственную информацию, а также реализовывать ее через синтез белков. Информация, хранимая на ДНК, переносится на молекулу белка с помощью молекул РНК;

3) саморегуляция. Базируется на совокупности потоков вещества, энергии и информации через живой организм;

4) раздражимость. Связана с передачей информации извне в любую биологическую систему и отражает реакцию этой системы на внешний раздражитель. Благодаря раздражимости живые организмы способны избирательно реагировать на условия внешней среды и извлекать из нее только необходимое для своего существования. С раздражимостью связана саморегуляция живых систем по принципу обратной связи: продукты жизнедеятельности способны оказывать тормозящее или стимулирующее воздействие на те ферменты, которые стояли в начале длинной цепи химических реакций;

5) поддержание гомеостаза (от гр. *homoios* – «подобный, одинаковый» и *stasis* – «неподвижность, состояние») – относительного динамического постоянства внутренней среды организма, физико-химических параметров существования системы;

6) структурная организация – определенная упорядоченность, стройность живой системы. Обнаруживается при исследовании не только отдельных живых организмов, но и их совокупностей в связи с окружающей средой – биогеоценозов;

7) адаптация – способность живого организма постоянно приспосабливаться к изменяющимся условиям существования в окружающей среде. В ее основе лежат раздражимость и характерные для нее адекватные ответные реакции;

8) репродукция (воспроизведение). Так как жизнь существует в виде отдельных (дискретных) живых системы (например, клеток), а существование каждой такой системы строго ограничено во времени, поддержание жизни на Земле связано с репродукцией живых

систем. На молекулярном уровне воспроизведение осуществляется благодаря матричному синтезу, новые молекулы образуются по программе, заложенной в структуре (матрице) ранее существовавших молекул;

9) наследственность. Обеспечивает преемственность между поколениями организмов (на основе потоков информации).

Тесно связана с ауторепродукцией жизни на молекулярном, субклеточном и клеточном уровнях. Благодаря наследственности из поколения в поколение передаются признаки, которые обеспечивают приспособление к среде обитания;

10) изменчивость – свойство, противоположное наследственности. За счет изменчивости живая система приобретает признаки, ранее ей несвойственные. В первую очередь изменчивость связана с ошибками при репродукции: изменения в структуре нуклеиновых кислот приводят к появлению новой наследственной информации. Появляются новые признаки и свойства. Если они полезны для организма в данной среде обитания, то они подхватываются и закрепляются естественным отбором. Создаются новые формы и виды. Таким образом, изменчивость создает предпосылки для видообразования и эволюции;

11) индивидуальное развитие (процесс онтогенеза) – воплощение исходной генетической информации, заложенной в структуре молекул ДНК (т. е. в генотипе), в рабочие структуры организма. В ходе этого процесса проявляется такое свойство, как способность к росту, что выражается в увеличении массы тела и его размеров. Этот процесс базируется на репродукции молекул, размножении, росте и дифференцировке клеток и других структур и др.;

12) филогенетическое развитие (закономерности его установлены Ч. Р. Дарвином). Базируется на прогрессивном размножении, наследственности, борьбе за существование и отборе. В результате эволюции появилось, огромное количество видов. Прогрессивная эволюция прошла ряд ступеней. Это до-клеточные, одноклеточные и многоклеточные организмы вплоть до человека.

При этом онтогенез человека повторяет филогенез (т. е. индивидуальное развитие проходит те же этапы, что и эволюционный процесс);

13) дискретность (прерывистость) и в то же время целостность. Жизнь представлена совокупностью отдельных организмов, или особей. Каждый организм, в свою очередь, также дискретен, поскольку состоит из совокупности органов, тканей и клеток. Каждая клетка состоит из органелл, но в то же время автономна. Наследственная информация осуществляется генами, но ни один ген в отдельности не может определять развитие того или иного признака.

### 3. Уровни организации жизни

Живая природа – это целостная, но неоднородная система, которой свойственна иерархическая организация. Иерархической называется такая система, в которой части (или элементы целого) расположены в порядке от высшего к низшему. Иерархический принцип организации позволяет выделить в живой природе отдельные уровни, что весьма удобно при изучении жизни как сложного природного явления. Можно выделить три основные ступени живого: микросистемы, мезосистемы и макросистемы.

Микросистемы (доорганизменная ступень) включают в себя молекулярный (молекулярно-генетический) и субклеточный уровни.

Мезосистемы (организменная ступень) включают в себя клеточный, тканевый, органный, системный, организменный (организм как единое целое), или онтогенетический, уровни.

Макросистемы (надорганизменная ступень) включают в себя популяционно-видовой, биоценотический и глобальный уровни (биосферу в целом). На каждом уровне можно выделить элементарную единицу и явление.

Элементарная единица (ЭЕ) – это структура (или объект), закономерные изменения которой (элементарные явления, ЭЯ) составляют ее вклад в развитие жизни на данном уровне.

Иерархические уровни:

1) молекулярно-генетический уровень. ЭЕ представлена геном. Ген – это участок молекулы ДНК (а у некоторых вирусов-молекулы РНК), который ответствен за формирование какого – либо одного признака. Информация, заложенная в нуклеиновых кислотах, реализуется посредством матричного синтеза белков;

2) субклеточный уровень. ЭЕ представлена какой-либо субклеточной структурой, т. е. органеллой, которая выполняет свойственные ей функции и вносит свой вклад в работу клетки в целом;

3) клеточный уровень. ЭЕ – это клетка, которая является самостоятельно функционирующей элементарной биологической системой. Только на этом уровне возможны реализация генетической информации и процессы биосинтеза. Для одноклеточных организмов этот уровень совпадает с организменным. ЭЯ – это реакции клеточного метаболизма, составляющие основу потоков энергии, информации и вещества;

4) тканевый уровень. Совокупность клеток с одинаковым типом организации составляет ткань (ЭЕ). Уровень возник с появлением многоклеточных организмов с более или менее дифференцированными тканями. Ткань функционирует как единое целое и обладает свойствами живого;

5) органный уровень. Образован совместно с функционирующими клетками, относящимися к разным тканям (ЭЕ). Всего четыре основные ткани входят в состав органов многоклеточных организмов, шесть основных тканей образуют органы растений;

6) организменный (онтогенетический) уровень. ЭЕ – это особь в ее развитии от момента рождения до прекращения ее существования в качестве живой системы. ЭЯ – это закономерные изменения организма в процессе индивидуального развития (онтогенеза). В процессе онтогенеза в определенных условиях среды происходит воплощение наследственной информации в биологические структуры, т. е. на основе генотипа особи формируется ее фенотип;

7) популяционно-видовой уровень. ЭЕ – это популяция, т. е. совокупность особей (организмов) одного вида, населяющих одну территорию и свободно скрещивающихся между собой. Популяция обладает генофондом, т. е. совокупностью генотипов всех особей. Воздействие на генофонд элементарных эволюционных факторов (мутаций, колебаний численности особей, естественного отбора) приводит к эволюционно значимым изменениям (ЭЯ);

8) биоценотический (экосистемный) уровень. ЭЕ – биоценоз, т. е. исторически сложившееся устойчивое сообщество популяций разных видов, связанных между собой и с окружающей неживой природой обменом веществ, энергии и информации (круговоротами), которые и представляют собой ЭЯ;

9) биосферный (глобальный) уровень. ЭЕ – биосфера (область распространения жизни на Земле), т. е. единый планетарный комплекс биогеоценозов, различных по видовому составу и характеристике абиотической (неживой) части. Биогеоценозы обуславливают все процессы, протекающие в биосфере;

10) ноосферный уровень. Это новое понятие было сформулировано академиком В. И. Вернадским. Он основал учение о ноосфере как сфере разума. Это составная часть биосферы, которая изменена благодаря деятельности человека.

# **ЛЕКЦИЯ № 2. Химия клетки.**

## **Химический состав живых систем.**

### **Биологическая роль белков, полисахаридов, липидов и АТФ**

#### **1. Клеточная теория (КТ) Предпосылки клеточной теории**

Предпосылками создания клеточной теории были изобретение и усовершенствование микроскопа и открытие клеток (1665 г., Р. Гук – при изучении среза коры пробкового дерева, бузины и др.). Работы известных микроскопистов: М. Мальпиги, Н. Грю, А. ван Левенгука – позволили увидеть клетки растительных организмов. А. ван Левенгук обнаружил в воде одноклеточные организмы. Сначала изучалось клеточное ядро. Р. Браун описал ядро растительной клетки. Я. Э. Пуркине ввел понятие протоплазмы – жидкого студенистого клеточного содержимого.

Немецкий ботаник М. Шлейден первым пришел к выводу, что в любой клетке есть ядро. Основателем КТ считается немецкий биолог Т. Шванн (совместно с М. Шлейденом), который в 1839 г. опубликовал труд «Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений». Его положения:

1) клетка – главная структурная единица всех живых организмов (как животных, так и растительных);

2) если в каком-либо образовании, видимом под микроскопом, есть ядро, то его можно считать клеткой;

3) процесс образования новых клеток обуславливает рост, развитие, дифференцировку растительных и животных клеток. Дополнения в клеточную теорию внес немецкий ученый Р. Вирхов, который в 1858 г. опубликовал свой труд «Целлюлярная патология». Он доказал, что дочерние клетки образуются путем деления материнских клеток: каждая клетка из клетки. В конце XIX в. были обнаружены митохондрии, комплекс Гольджи, пластиды в растительных клетках. После окрашивания делящихся клеток специальными красителями были обнаружены хромосомы.

#### **Современные положения КТ**

1. Клетка – основная единица строения и развития всех живых организмов, является наименьшей структурной единицей живого.

2. Клетки всех организмов (как одно-, так и многоклеточных) сходны по химическому составу, строению, основным проявлениям обмена веществ и жизнедеятельности.

3. Размножение клеток происходит путем их деления (каждая новая клетка образуется при делении материнской клетки); в сложных многоклеточных организмах клетки имеют различные формы и специализированы в соответствии с выполняемыми функциями. Сходные клетки образуют ткани; из тканей состоят органы, которые образуют системы



органов, они тесно взаимосвязаны и подчинены нервным и гуморальным механизмам регуляции (у высших организмов).

#### Значение клеточной теории

Стало ясно, что клетка – важнейшая составляющая часть живых организмов, их главный морфофизиологический компонент. Клетка – это основа многоклеточного организма, место протекания биохимических и физиологических процессов в организме. На клеточном уровне в конечном итоге происходят все биологические процессы. Клеточная теория позволила сделать вывод о сходстве химического состава всех клеток, общем плане их строения, что подтверждает филогенетическое единство всего живого мира.

## 2. Обзор химического строения клетки

Все живые системы содержат в различных соотношениях химические элементы и построенные из них химические соединения, как органические, так и неорганические.

По количественному содержанию в клетке все химические элементы делят на 3 группы: макро-, микро– и ультрамикрорэлементы.

Макрорэлементы составляют до 99 % массы клетки, из которых до 98 % приходится на 4 элемента: кислород, азот, водород и углерод. В меньших количествах клетки содержат калий, натрий, магний, кальций, серу, фосфор, железо.

Микроэлементы – преимущественно ионы металлов (кобальта, меди, цинка и др.) и галогенов (йода, брома и др.). Они содержатся в количествах от 0,001 % до 0,000001 %.

Ультрамикрорэлементы. Их концентрация ниже 0,000001 %. К ним относят золото, ртуть, селен и др.

Химическое соединение – это вещество, в котором атомы одного или нескольких химических элементов соединены друг с другом посредством химических связей. Химические соединения бывают неорганическими и органическими. К неорганическим относят воду и минеральные соли. Органические соединения – это соединения углерода с другими элементами.

Основными органическими соединениями клетки являются белки, жиры, углеводы и нуклеиновые кислоты.

## 3. Биополимеры Белки

Это полимеры, мономерами которых являются аминокислоты. В основном они состоят из углерода, водорода, кислорода и азота. Молекула белка может иметь 4 уровня структурной организации (первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры).

Функции белков:

- 1) защитная (интерферон усиленно синтезируется в организме при вирусной инфекции);
- 2) структурная (коллаген входит в состав тканей, участвует в образовании рубца);

- 3) двигательная (миозин участвует в сокращении мышц);
- 4) запасная (альбумины яйца);
- 5) транспортная (гемоглобин эритроцитов переносит питательные вещества и продукты обмена);
- 6) рецепторная (белки-рецепторы обеспечивают узнавание клеткой веществ и других клеток);
- 7) регуляторная (регуляторные белки определяют активность генов);
- 8) белки-гормоны участвуют в гуморальной регуляции (инсулин регулирует уровень сахара в крови);
- 9) белки-ферменты катализируют все химические реакции в организме;
- 10) энергетическая (при распаде 1 г белка выделяется 17 кдж энергии).

#### Углеводы

Это моно- и полимеры, в состав которых входит углерод, водород и кислород в соотношении 1: 2: 1.

#### Функции углеводов:

- 1) энергетическая (при распаде 1 г углеводов выделяется 17,6 кдж энергии);
- 2) структурная (целлюлоза, входящая в состав клеточной стенки у растений);
- 3) запасная (запас питательных веществ в виде крахмала у растений и гликогена у животных).

#### Жиры

Жиры (липиды) могут быть простыми и сложными. Молекулы простых липидов состоят из трехатомного спирта глицерина и трех остатков жирных кислот. Сложные липиды являются соединениями простых липидов с белками и углеводами.

#### Функции липидов:

- 1) энергетическая (при распаде 1 г липидов образуется 38,9 кдж энергии);
- 2) структурная (фосфолипиды клеточных мембран, образующие липидный бислой);
- 3) запасная (запас питательных веществ в подкожной клетчатке и других органах);
- 4) защитная (подкожная клетчатка и слой жира вокруг внутренних органов предохраняют их от механических повреждений);
- 5) регуляторная (гормоны и витамины, содержащие липиды, регулируют обмен веществ);
- 6) теплоизолирующая (подкожная клетчатка сохраняет тепло). АТФ

Молекула АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты) состоит из азотистого основания аденина, пятиуглеродного сахара рибозы и трех остатков фосфорной кислоты, соединенных между собой макроэргической связью. АТФ образуется в митохондриях в процессе фосфорилирования. При ее гидролизе высвобождается большое количество энергии. АТФ

является основным макроэргом клетки – аккумулятором энергии в виде энергии высокоэнергетических химических связей.

#### 4. **Нуклеиновые кислоты. Биосинтез белка**

Нуклеиновые кислоты – это фосфорсодержащие биополимеры, мономерами которых являются нуклеотиды. Цепи нуклеиновых кислот включают от нескольких десятков до сотен миллионов нуклеотидов.

Существует 2 вида нуклеиновых кислот – дезоксирибо-нуклеиновая кислота (ДНК) и рибонуклеиновая кислота (РНК). Нуклеотиды, входящие в состав ДНК, содержат углевод, дезоксирибозу, в состав РНК – рибозу.

#### 5. **ДНК**

Как правило, ДНК представляет собой спираль, состоящую из двух комплементарных полинуклеотидных цепей, закрученных вправо. В состав нуклеотидов ДНК входят: азотистое основание, дезоксирибоза и остаток фосфорной кислоты. Азотистые основания делят на пуриновые (аденин и гуанин) и пиримидиновые (тимин и цитозин). Две цепи нуклеотидов соединяются между собой через азотистые основания по принципу комплементарности: между аденином и тиминем возникают две водородные связи, между гуанином и цитозином – три.

Функции ДНК:

1) обеспечивает сохранение и передачу генетической информации от клетки к клетке и от организма к организму, что связано с ее способностью к репликации;

2) регуляция всех процессов, происходящих в клетке, обеспечиваемая способностью к транскрипции с последующей трансляцией.

Процесс самовоспроизведения (авто-репродукции) ДНК называется репликацией. Репликация обеспечивает копирование генетической информации и передачу ее из поколения в поколение, генетическую идентичность дочерних клеток, образующихся в результате митоза, и постоянство числа хромосом при митотическом делении клетки.

Репликация происходит в синтетический период интерфазы митоза. Фермент репликаза движется между двумя цепями спирали ДНК и разрывает водородные связи между азотистыми основаниями. Затем к каждой из цепочек с помощью фермента ДНК-полимеразы по принципу комплементарности достраиваются нуклеотиды дочерних цепочек. В результате репликации образуются две идентичные молекулы ДНК. Количество ДНК в клетке удваивается. Такой способ удвоения ДНК называется полуконсервативным, так как каждая новая молекула ДНК содержит одну «старую» и одну вновь синтезированную полинуклеотидную цепь.

## 6. РНК

РНК – одноцепочечный полимер, в состав мономеров которого входят пуриновые (аденин, гуанин) и пиримидиновые (урацил, цитозин) азотистые основания, углевод рибоза и остаток фосфорной кислоты.

Различают 3 вида РНК: информационную, транспортную и рибо-сомальную.

Информационная РНК (и-РНК) располагается в ядре и цитоплазме клетки, имеет самую длинную полинуклеотидную цепь среди РНК и выполняет функцию переноса наследственной информации из ядра в цитоплазму клетки.

Транспортная РНК (т-РНК) также содержится в ядре и цитоплазме клетки, ее цепь имеет наиболее сложную структуру, а также является самой короткой (75 нуклеотидов). Т-РНК доставляет аминокислоты к рибосомам в процессе трансляции – биосинтеза белка.

Рибосомальная РНК (р-РНК) содержится в ядрышке и рибосомах клетки, имеет цепь средней длины. Все виды РНК образуются в процессе транскрипции соответствующих генов ДНК.

## 7. Биосинтез белка

Биосинтез белка в организме эукариот происходит в несколько этапов.

1. Транскрипция – это процесс синтеза и-РНК на матрице ДНК. Цепи ДНК в области активного гена освобождаются от гистонов. Водородные связи между комплементарными азотистыми основаниями разрываются. Основной фермент транскрипции РНК-полимеразы присоединяется к промотору – специальному участку ДНК. Транскрипция проходит только с одной (кодогенной) цепи ДНК. По мере продвижения РНК-полимеразы по кодогенной цепи ДНК рибонуклеотиды по принципу комплементарности присоединяются к цепочке ДНК, в результате образуется незрелая про-и-РНК, содержащая как кодирующие, так и некодирующие нуклеотидные последовательности.

2. Затем происходит процессинг – созревание молекулы РНК. На 5-конце и-РНК формируется участок (КЭП), через который она соединяется с рибосомой. Ген, т. е. участок ДНК, кодирующий один белок, содержит как кодирующие последовательности нуклеотидов – экзоны, так и некодирующие – интроны. При процессинге интроны вырезаются, а экзоны сшиваются. В результате на 5-конце зрелой и-РНК находится кодон-инициатор, который первым войдет в рибосому, затем следуют кодоны, кодирующие аминокислоты полипептида, а на 3-конце – кодоны-терминаторы, определяющие конец трансляции. Цифрами 3 и 5 обозначаются соответствующие углеродные атомы рибозы. Кодоном называется последовательность из трех нуклеотидов, кодирующая какую-либо аминокислоту – триплет. Рамка считывания нуклеиновых кислот предполагает «слова»-триплеты (кодоны), состоящие из трех «букв»-нуклеотидов.

Транскрипция и процессинг происходят в ядре клетки. Затем зрелая и-РНК через поры в мембране ядра выходит в цитоплазму, и начинается трансляция.

Трансляция – это процесс синтеза белка на матрице и РНК. В начале и-РНК 3-концом присоединяется к рибосоме. Т-РНК доставляют к акцепторному участку рибосомы аминокислоты, которые соединяются в полипептидную цепь в соответствии с шифрующими их кодонами. Растущая полипептидная цепь перемещается в донорный участок рибосомы, а на акцепторный участок приходит новая т-РНК с аминокислотой. Трансляция прекращается на кодонах-терминаторах.

### **Генетический код**

Это система кодирования последовательности аминокислот белка в виде определенной последовательности нуклеотидов в ДНК и РНК.

Единица генетического кода (кодон) – это триплет нуклеотидов в ДНК или РНК, кодирующий одну аминокислоту.

Всего генетический код включает 64 кодона, из них 61 кодирующий и 3 не кодирующих (кодона-терминаторы, свидетельствующие об окончании процесса трансляции).

Кодоны-терминаторы в и-РНК: УАА, УАГ, УГА, в ДНК: АТТ, АТЦ, АЦТ.

Начало процесса трансляции определяет кодон-инициатор (АУГ, в ДНК – ТАЦ), кодирующий аминокислоту метионин. Этот кодон первым входит в рибосому. Впоследствии метионин, если он не предусмотрен в качестве первой аминокислоты данного белка, отщепляется.

Генетический код обладает характерными свойствами.

1. Универсальность – код одинаков для всех организмов. Один и тот же триплет (кодон) в любом организме кодирует одну и ту же аминокислоту.
2. Специфичность – каждый кодон шифрует только одну аминокислоту.
3. Вырожденность – большинство аминокислот могут кодироваться несколькими кодонами. Исключение составляют 2 аминокислоты – метионин и триптофан, имеющие лишь по одному варианту кодона.
4. Между генами имеются «знаки препинания» – три специальных триплета (УАА, УАГ, УГА), каждый из которых обозначает прекращение синтеза полипептидной цепи.
5. Внутри гена «знаков препинания» нет.

# Лекция №3 Структура клетки

## 1. Функции и строение цитоплазматической мембраны

Элементарная мембрана состоит из бислоя липидов в комплексе с белками (гликопротеины: белки + углеводы, липопротеины: жиры + белки). Среди липидов можно выделить фосфолипиды, холестерин, гликолипиды (углеводы + жиры), липопротеины. Каждая молекула жира имеет полярную гидрофильную головку и неполярный гидрофобный хвост. При этом молекулы ориентированы так, что головки обращены наружу и внутрь клетки, а неполярные хвосты – внутрь самой мембраны. Этим достигается избирательная проницаемость для веществ, поступающих в клетку.

Выделяют периферические белки (они расположены только по внутренней или наружной поверхности мембраны), интегральные (они прочно встроены в мембрану, погружены в нее, способны менять свое положение в зависимости от состояния клетки). Функции мембранных белков: рецепторная, структурная (поддерживают форму клетки), ферментативная, адгезивная, антигенная, транспортная.

Схема строения элементарной мембраны жидкостно-мозаичная: жиры составляют жидкокристаллический каркас, а белки мозаично встроены в него и могут менять свое положение.

Важнейшая функция: способствует компартментации – подразделению содержимого клетки на отдельные ячейки, отличающиеся деталями химического или ферментного состава. Этим достигается высокая упорядоченность внутреннего содержимого любой эукариотической клетки. Компартментация способствует пространственному разделению процессов, протекающих в клетке. Отдельный компартмент (ячейка) представлен какой-либо мембранной органеллой (например, лизосомой) или ее частью (кристами, ограниченными внутренней мембраной митохондрий).

Другие функции:

- 1) барьерная (ограничение внутреннего содержимого клетки);
- 2) структурная (придание определенной формы клеткам в соответствии с выполняемыми функциями);
- 3) защитная (за счет избирательной проницаемости, рецепции и антигенности мембраны);
- 4) регуляторная (регуляция избирательной проницаемости для различных веществ (пассивный транспорт без затраты энергии по законам диффузии или осмоса и активный транспорт с затратой энергии путем пиноцитоза, эндо- и экзоцитоза, работы натрий-калиевого насоса, фагоцитоза));

5) адгезивная функция (все клетки связаны между собой посредством специфических контактов (плотных и неплотных));

6) рецепторная (за счет работы периферических белков мембраны). Существуют неспецифические рецепторы, которые воспринимают несколько раздражителей (например, холодовые и тепловые терморецепторы), и специфические, которые воспринимают только один раздражитель (рецепторы световоспринимающей системы глаза);

7) электрогенная (изменение электрического потенциала поверхности клетки за счет перераспределения ионов калия и натрия (мембранный потенциал нервных клеток составляет 90 мВ));

8) антигенная: связана с гликопротеинами и полисахаридами мембраны. На поверхности каждой клетки имеются белковые молекулы, которые специфичны только для данного вида клеток. С их помощью иммунная системы способна различать свои и чужие клетки.

## 2. **Строение и функции полуавтономных структур клетки: митохондрий и пластид**

Митохондрии (от гр. *mitos* – «нить», *chondrion* – «зернышко, крупинка») – это постоянные мембранные органеллы округлой или палочковидной (нередко ветвящейся) формы. Толщин – 0,5 мкм, длина – 5–7 мкм. Количество митохондрий в большинстве животных клеток – 150–1500; в женских яйцеклетках – до нескольких сотен тысяч, в сперматозоидах – одна спиральная митохондрия, закрученная вокруг осевой части жгутика.

Основные функции митохондрий:

1) играют роль энергетических станций клеток. В них протекают процессы окислительного фосфорилирования (ферментативного окисления различных веществ с последующим накоплением энергии в виде молекул аденозинтрифосфата – АТФ);

2) хранят наследственный материал в виде митохондриальной ДНК. Митохондрии для своей работы нуждаются в белках, закодированных в генах ядерной ДНК, так как собственная митохондриальная ДНК может обеспечить митохондрии лишь несколькими белками.

Побочные функции – участие в синтезе стероидных гормонов, некоторых аминокислот (например, глутаминовой). Строение митохондрий

Митохондрия имеет две мембраны: наружную (гладкую) и внутреннюю (образующую выросты – листовидные (кристы) и трубчатые (тубулы)). Мембраны различаются по химическому составу, набору ферментов и функциям.

У митохондрий внутренним содержимым является матрица – коллоидное вещество, в котором с помощью электронного микроскопа были обнаружены зерна диаметром 20–30 нм

(они накапливают ионы кальция и магния, запасы питательных веществ, например, гликогена).

В матриксе размещается аппарат биосинтеза белка органеллы: 2–6 копий кольцевой ДНК, лишенной гистоновых белков (как у прокариот), рибосомы, набор т-РНК, ферменты редупликации, транскрипции, трансляции наследственной информации. Этот аппарат в целом очень похож на таковой у прокариот (по количеству, структуре и размерам рибосом, организации собственного наследственного аппарата и др.), что служит подтверждением симбиотической концепции происхождения эукариотической клетки.

В осуществлении энергетической функции митохондрий активно участвуют как матрикс, так и поверхность внутренней мембраны, на которой расположена цепь переноса электронов (цитохромы) и АТФ-синтаза, катализирующая сопряженное с окислением фосфорилирование АДФ, что превращает его в АТФ.

Митохондрии размножаются путем перешнуровки, поэтому при делении клеток они более или менее равномерно распределяются между дочерними клетками. Так, между митохондриями клеток последовательных генераций осуществляется преемственность.

Таким образом, митохондриям свойственна относительная автономность внутри клетки (в отличие от других органоидов). Они возникают при делении материнских митохондрий, обладают собственной ДНК, которая отличается от ядерной системой синтеза белка и аккумуляции энергии.

#### Пластиды

Это полуавтономные структуры (могут существовать относительно автономно от ядерной ДНК клетки), которые присутствуют в растительных клетках. Они образуются из пропластид, которые имеются у зародыша растения. Отграничены двумя мембранами.

Выделяют три группы пластид:

1) лейкопласты. Имеют округлую форму, не окрашены и содержат питательные вещества (крахмал);

2) хромопласты. Содержат молекулы красящих веществ и присутствуют в клетках окрашенных органов растений (плодах вишни, абрикоса, помидоров);

3) хлоропласты. Это пластиды зеленых частей растения (листьев, стеблей). По строению они во многом схожи с митохондриями животных клеток. Наружная мембрана гладкая, внутренняя имеет выросты – ламеллосомы, которые заканчиваются утолщениями – тилакоидами, содержащие хлорофилл. В строме (жидкой части хлоропласта) содержатся кольцевая молекула ДНК, рибосомы, запасные питательные вещества (зерна крахмала, капли жира).

### 3. Строение и функции лизосом и пероксисом. Лизосомы



Лизосомы (от гр. *lysis* – «разложение, растворение, распад» и *soma* – «тело») – это пузырьки диаметром 200–400 мкм. (обычно). Имеют одномембранную оболочку, которая снаружи иногда бывает покрыта волокнистым белковым слоем. Содержат набор ферментов (кислых гидролаз), которые осуществляют при низких значениях рН гидролитическое (в присутствии воды) расщепление веществ (нуклеиновых кислот, белков, жиров, углеводов). Основная функция – внутриклеточное переваривание различных химических соединений и клеточных структур.

Выделяют первичные (неактивные) и вторичные лизосомы (в них протекает процесс переваривания). Вторичные лизосомы образуются из первичных. Они подразделяются на гетеролизосомы и аутолизосомы.

В гетеролизосомах (или фаголизосомах) протекает процесс переваривания материала, который поступает в клетку извне путем активного транспорта (пиноцитоза и фагоцитоза).

В аутолизосомах (или цитолизосомах) подвергаются разрушению собственные клеточные структуры, которые завершили свою жизнь.

Вторичные лизосомы, которые уже перестали переваривать материал, называются остаточными тельцами. В них нет гидролаз, содержится непереваренный материал.

При нарушении целостности мембраны лизосом или при заболевании клетки гидролазы поступают внутрь клетки из лизосом и осуществляют ее самопереваривание (автолиз). Этот же процесс лежит в основе процесса естественной гибели всех клеток (апоптоза).

#### Микротельца

Микротельца составляют сборную группу органелл. Они представляют собой пузырьки диаметром 100–150 нм, отграниченные одной мембраной. Содержат мелкозернистый матрикс и нередко белковые включения.

К таким органеллам можно отнести и пероксисомы. В них содержатся ферменты группы оксидаз, которые регулируют образование пероксида водорода (в частности, каталаза).

Так как пероксид водорода – токсичное вещество, оно подвергается расщеплению под действием пероксидазы. Реакции образования и расщепления пероксида водорода включены во многие метаболические циклы, особенно активно протекающие в печени и почках.

Поэтому в клетках этих органов количество пероксисом достигает 70–100.

#### 4. **Строение и функции эндоплазматического ретикулума, комплекса Гольджи**

##### Эндоплазматическая сеть

Эндоплазматический ретикулум (ЭПС) – система сообщающихся или отдельных трубчатых каналов и уплощенных цистерн, расположенных по всей цитоплазме клетки. Они отграничены мембранами (мембранными органеллами). Иногда цистерны имеют расширения

в виде пузырьков. Каналы ЭПС могут соединяться с поверхностной или ядерной мембранами, контактировать с комплексом Гольджи.

В данной системе можно выделить гладкую и шероховатую (гранулярную) ЭПС.

#### Шероховатая ЭПС

На каналах шероховатой ЭПС в виде полисом расположены рибосомы. Здесь протекает синтез белков, преимущественно продуцируемых клеткой на экспорт (удаление из клетки), например, секретов железистых клеток. Здесь же происходят образование липидов и белков цитоплазматической мембраны и их сборка. Плотные упакованные цистерны и каналы гранулярной ЭПС образуют слоистую структуру, где наиболее активно протекает синтез белка. Это место называется эргастоплазмой.

#### Гладкая ЭПС

На мембранах гладкой ЭПС рибосом нет. Здесь протекает в основном синтез жиров и подобных им веществ (например, стероидных гормонов), а также углеводов. По каналам гладкой ЭПС также происходит перемещение готового материала к месту его упаковки в гранулы (в зону комплекса Гольджи). В печеночных клетках гладкая ЭПС принимает участие в разрушении и обезвреживании ряда токсичных и лекарственных веществ (например, барбитуратов). В поперечно-полосатой мускулатуре каналы и цистерны гладкой ЭПС депонируют ионы кальция.

#### Комплекс Гольджи

Пластинчатый комплекс Гольджи – это упаковочный центр клетки. Представляет собой совокупность диктиосом (от нескольких десятков до сотен и тысяч на одну клетку). Диктиосома – стопка из 3—12 уплощенных цистерн овальной формы, по краям которых расположены мелкие пузырьки (везикулы). Более крупные расширения цистерн дают вакуоли, содержащие резерв воды в клетке и отвечающие за поддержание тургора. Пластинчатый комплекс дает начало секреторным вакуолям, в которых содержатся вещества, предназначенные для вывода из клетки. При этом просекрет, поступающий в вакуоль из зоны синтеза, (ЭПС, митохондрии, рибосомы), подвергается здесь некоторым химическим превращениям.

Комплекс Гольджи дает начало первичным лизосомам. В диктиосомах также синтезируются полисахариды, гликопротеиды и гликолипиды, которые затем идут на построение цитоплазматических мембран.

# ЛЕКЦИЯ №4. Одномембранные, двумембранные, немембранные органоиды цитоплазмы.

## 1. Строение и функции клеточного ядра

Ядро есть в любой эукариотической клетке. Ядро может быть одно, или в клетке могут быть несколько ядер (в зависимости от ее активности и функции).

Клеточное ядро состоит из оболочки, ядерного сока, ядрышка и хроматина. Ядерная оболочка состоит из двух мембран, разделенных перинуклеарным (околоядерным) пространством, между которыми находится жидкость. Основные функции ядерной оболочки: обособление генетического материала (хромосом) от цитоплазмы, а также регуляция двусторонних взаимоотношений между ядром и цитоплазмой.

Ядерная оболочка пронизана порами, которые имеют диаметр около 90 нм. Область поры (поровый комплекс) имеет сложное строение (это указывает на сложность механизма регуляции взаимоотношений между ядром и цитоплазмой). Количество пор зависит от функциональной активности клетки: чем она выше, тем больше пор (в незрелых клетках пор больше).

Основа ядерного сока (матрикса, нуклеоплазмы) – это белки. Сок образует внутреннюю среду ядра, играет важную роль в работе генетического материала клеток. Белки: нитчатые или фибриллярные (опорная функция), гетероядерные РНК (продукты первичной транскрипции генетической информации) и мРНК (результат процессинга).

Ядрышко – это структура, где происходят образование и созревание рибосомальных РНК (р-РНК). Гены р-РНК занимают определенные участки нескольких хромосом (у человека это 13–15 и 21–22 пары), где формируются ядрышковые организаторы, в области которых и образуются сами ядрышки. В метафазных хромосомах эти участки называются вторичными перетяжками и имеют вид сужений. Электронная микроскопия выявила нитчатый и зернистый компоненты ядрышек. Нитчатый (фибриллярный) – это комплекс белков и гигантских молекул-предшественниц р-РНК, которые дают в последующем более мелкие молекулы зрелых р-РНК. При созревании фибриллы превращаются в рибонуклеопротеиновые гранулы (зернистый компонент).

Хроматин получил свое название за способность хорошо прокрашиваться основными красителями; в виде глыбок он рассеян в нуклеоплазме ядра и является интерфазной формой существования хромосом.

Хроматин состоит в основном из нитей ДНК (40 % массы хромосомы) и белков (около 60 %), которые вместе образуют нуклеопротеидный комплекс. Выделяют гистоновые (пять классов) и негистоновые белки.

Гистонам (40 %) принадлежат регуляторная (прочно соединены с ДНК и препятствуют считыванию с нее информации) и структурная функции (организация пространственной

структуры молекулы ДНК). Негистоновые белки (более 100 фракций, 20 % массы хромосомы): ферменты синтеза и процессинга РНК, репарации редупликации ДНК, структурная и регуляторная функции. Кроме этого, в составе хромосом обнаружены РНК, жиры, полисахариды, молекулы металлов.

В зависимости от состояния хроматина выделяют эухроматиновые и гетерохроматиновые участки хромосом. Эухроматин отличается меньшей плотностью, и с него можно производить считывание генетической информации. Гетерохроматин более компактен, и в его пределах информация не считывается. Выделяют конститутивный (структурный) и факультативный гетерохроматин.

## 2. Строение и функции немембранных структур клетки

В эту группу органоидов входят рибосомы, микротрубочки и микрофиламенты, клеточный центр. Рибосома

Это округлая рибонуклеопротеиновая частица. Диаметр ее составляет 20–30 нм. Состоит рибосома из большой и малой субъединиц, которые объединяются в присутствии нити м-РНК (матричной, или информационной, РНК). Комплекс из группы рибосом, объединенных одной молекулой м-РНК наподобие нитки бус, называется полисомой. Эти структуры либо свободно расположены в цитоплазме, либо прикреплены к мембранам гранулярной ЭПС (в обоих случаях на них активно протекает синтез белка).

Полисомы гранулярной ЭПС образуют белки, выводимые из клетки и используемые для нужд всего организма (например, пищеварительные ферменты, белки женского грудного молока). Кроме этого, рибосомы присутствуют на внутренней поверхности мембран митохондрий, где также принимают активное участие в синтезе белковых молекул.

### Микротрубочки

Это трубчатые полые образования, лишенные мембраны. Внешний диаметр составляет 24 нм, ширина просвета – 15 нм, толщина стенки – около 5 нм. В свободном состоянии представлены в цитоплазме, также являются структурными элементами жгутиков, центриолей, веретена деления, ресничек. Микротрубочки построены из стереотипных белковых субъединиц путем их полимеризации. В любой клетке процессы полимеризации идут параллельно процессам деполимеризации. Причем соотношение их определяется количеством микротрубочек. Микротрубочки имеют различную устойчивость к разрушающим их факторам, например, к колхицину (это химическое вещество, вызывающее деполимеризацию). Функции микротрубочек:

- 1) являются опорным аппаратом клетки;
- 2) определяют формы и размеры клетки;
- 3) являются факторами направленного перемещения внутриклеточных

структур. Микрофиламенты

Это тонкие и длинные образования, которые обнаруживаются по всей цитоплазме.

Иногда образуют пучки. Виды микро-филаментов:

1) актиновые. Содержат сократительные белки (актин), обеспечивают клеточные формы движения (например, амебоидные), играют роль клеточного каркаса, участвуют в организации перемещений органелл и участков цитоплазмы внутри клетки;

2) промежуточные (толщиной 10 нм). Их пучки обнаруживаются по периферии клетки под плазмалеммой и по окружности ядра. Выполняют опорную (каркасную) роль. В разных клетках (эпителиальных, мышечных, нервных, фибробластах) построены из разных белков.

Микрофиламенты, как и микротрубочки, построены из субъединиц, поэтому их количество определяется соотношением процессов полимеризации и деполимеризации.

Клетки всех животных, некоторых грибов, водорослей, высших растений характеризуются наличием клеточного центра. Клеточный центр обычно располагается рядом с ядром.

Он состоит из двух центриолей, каждая из которых представляет собой полый цилиндр диаметром около 150 нм, длиной 300–500 нм.

Центриоли расположены взаимоперпендикулярно. Стенка каждой центриоли образована 27 микротрубочками, состоящими из белка тубулина. Микротрубочки сгруппированы в 9 триплетов.

Из центриолей клеточного центра во время деления клетки образуются нити веретена деления.

Центриоли поляризуют процесс деления клетки, чем достигается равномерное расхождение сестринских хромосом (хроматид) в анафазе митоза.

### **3. Гиалоплазма – внутренняя среда клетки. Цитоплазматические включения**

Внутри клетки находится цитоплазма. Она состоит из жидкой части – гиалоплазмы (матрикса), органелл и цитоплазматических включений.

Гиалоплазма

Гиалоплазма – основное вещество цитоплазмы, заполняет все пространство между плазматической мембраной, оболочкой ядра и другими внутриклеточными структурами. Гиалоплазму можно рассматривать как сложную коллоидную систему, способную существовать в двух состояниях: золеобразном (жидком) и гелеобразном, которые взаимно переходят одно в другое. В процессе этих переходов осуществляется определенная работа, затрачивается энергия. Гиалоплазма лишена какой-либо определенной организации. Химический состав гиалоплазмы: вода (90 %), белки (ферменты гликолиза, обмена сахаров, азотистых оснований, белков и липидов). Некоторые белки цитоплазмы образуют

субъединицы, дающие начало таким органеллам, как центриоли, микрофиламенты.

Функции гиалоплазмы:

- 1) образование истинной внутренней среды клетки, которая объединяет все органеллы и обеспечивает их взаимодействие;
- 2) поддержание определенной структуры и формы клетки, создание опоры для внутреннего расположения органелл;
- 3) обеспечение внутриклеточного перемещения веществ и структур;
- 4) обеспечение адекватного обмена веществ как внутри самой клетки, так и с внешней средой.

Включения

Это относительно непостоянные компоненты цитоплазмы. Среди них выделяют:

- 1) запасные питательные вещества, которые используются самой клеткой в периоды недостаточного поступления питательных веществ извне (при клеточном голоде), – капли жира, гранулы крахмала или гликогена;
- 2) продукты, которые подлежат выделению из клетки, например, гранулы зрелого секрета в секреторных клетках (молоко в лактоцитах молочных желез);
- 3) балластные вещества некоторых клеток, которые не выполняют какой-либо конкретной функции (некоторые пигменты, например, липофусцин стареющих клеток).

# ЛЕКЦИЯ № 5. Прокариотическая и эукариотическая клетка. Основные клеточные формы

## 1. Прокариоты

Все живые организмы на Земле принято подразделять на до-клеточные формы, которые не имеют типичного клеточного строения (это вирусы и бактериофаги), и клеточные, имеющие типичное клеточное строение. Эти организмы в свою очередь подразделяют на две категории:

1) доядерные прокариоты, которые не имеют типичного ядра. К ним относят бактерии и сине-зеленые водоросли;

2) ядерные эукариоты, которые имеют типичное четко оформленное ядро. Это все остальные организмы. Прокариоты возникли гораздо раньше эукариот (в архейскую эру). Это очень маленькие клетки размером от 0,1 до 10 мкм. Иногда встречаются гигантские клетки до 200 мкм.

Типичная бактериальная клетка снаружи окружена клеточной стенкой, основой которой является вещество муреин (полисахарид – сложный углевод). Клеточная стенка определяет форму бактериальной клетки. Поверх клеточной стенки имеется слизистая капсула, или слизистый слой, который выполняет защитную функцию.

Под клеточной стенкой располагается плазматическая мембрана (см. ее строение у эукариот). Вся клетка внутри заполнена цитоплазмой, которая состоит из жидкой части (гиалоплазмы, или матрикса), органелл и включений.

Гиалоплазма представляет собой коллоидный раствор биомолекул, который может существовать в двух состояниях: золя (в благоприятных условиях) и геля (при плохих условиях, когда увеличивается плотность гиалоплазмы). Наследственный аппарат: одна крупная «голая», лишенная защитных белков, молекула ДНК, замкнутая в кольцо, – нуклеоид. В гиалоплазме некоторых бактерий есть также короткие кольцевые молекулы ДНК, не ассоциированные с хромосомой или нуклеоидом, – плазмиды.

Мембранных органелл в прокариотических клетках мало. Есть мезосомы – внутренние выросты плазматической мембраны, которые считаются функциональными эквивалентами митохондрий эукариот. В автотрофных прокариотах – цианобактериях и иных – обнаруживают ламеллы и ламелосомы – фотосинтетические мембраны. На них находятся пигменты хлорофилл и фикоцианин.

Обнаруживается много немембранных органелл. Рибосомы, как и у эукариот, состоят из двух субъединиц: большой и малой. Они имеют маленькие размеры, распложены беспорядочно в гиалоплазме. Рибосомы ответственны за синтез бактериальных белков.

Некоторые бактерии имеют органеллы движения – жгутики, которые построены из микрофиламентов. Бактерии имеют органеллы узнавания – пили (фимбрии), которые

расположены снаружи клетки и представляют собой тонкие волосовидные выросты.

В гиалоплазме также имеются непостоянные включения: гранулы белка, капли жиров, молекулы полисахаридов, соли.

## 2. Общие сведения об эукариотической клетке

Каждая эукариотическая клетка имеет обособленное ядро, в котором заключен отграниченный от матрикса ядерной мембраной генетический материал (это главное отличие от прокариотических клеток). Генетический материал сосредоточен преимущественно в виде хромосом, имеющих сложное строение и состоящих из нитей ДНК и белковых молекул. Деление клеток происходит посредством митоза (а для половых клеток – мейоза). Среди эукариотов есть как одноклеточные, так и многоклеточные организмы.

Существует несколько теорий происхождения эукариотических клеток, одна из них – эндосимбионтическая. В гетеротрофную анаэробную клетку проникла аэробная клетка типа бактерио-подобной, которая послужила базой для появления митохондрий. В эти клетки начали проникать спирохетоподобные клетки, которые дали начало формированию центриолей. Наследственный материал отгородился от цитоплазмы, возникло ядро, появился митоз. В некоторые эукариотические клетки проникли клетки типа сине-зеленых водорослей, которые положили начало появлению хлоропластов. Так впоследствии возникло царство растений.

Размеры клеток тела человека варьируются от 2–7 мкм (у тромбоцитов) до гигантских размеров (до 140 мкм у яйцеклетки).

Форма клеток обусловлена выполняемой ими функцией: нервные клетки – звездчатые за счет большого количества отростков (аксона и дендритов), мышечные клетки – вытянутые, так как должны сокращаться, эритроциты могут менять свою форму при продвижении по мелким капиллярам.

Строение эукариотических клеток животных и растительных организмов во многом схоже. Каждая клетка снаружи ограничена клеточной оболочкой, или плазмалеммой. Она состоит из цитоплазматической мембраны и слоя гликокаликса (толщиной 10–20 нм), который покрывает ее снаружи. Компоненты гликокаликса – комплексы полисахаридов с белками (гликопротеины) и жирами (гликолипиды).

Цитоплазматическая мембрана – это комплекс бислоя фосфолипидов с протеинами и полисахаридами.

В клетке выделяют ядро и цитоплазму. Клеточное ядро состоит из мембраны, ядерного сока, ядрышка и хроматина. Ядерная оболочка состоит из двух мембран, разделенных перинуклеарным пространством, и пронизана порами.

Основу ядерного сока (матрикса) составляют белки: нитчатые, или фибриллярные



(опорная функция), глобулярные, гетероядерные РНК и мРНК (результат процессинга).

Ядрышко – это структура, где происходит образование и созревание рибосомальных РНК (р-РНК).

Хроматин в виде глыбок рассеян в нуклеоплазме и является интерфазной формой существования хромосом.

В цитоплазме выделяют основное вещество (матрикс, гиало-плазму), органеллы и включения.

Органеллы могут быть общего значения и специальные (в клетках, выполняющих специфические функции: микроворсинки всасывающего эпителия кишечника, миофибриллы мышечных клеток и т. д.).

Органеллы общего значения – эндоплазматическая сеть (гладкая и шероховатая), комплекс Гольджи, митохондрии, рибосомы и полисомы, лизосомы, пероксисомы, микрофибриллы и микротрубочки, центриоли клеточного центра.

В растительных клетках есть еще и хлоропласты, в которых протекает фотосинтез.

### 3. Неклеточные формы жизни – вирусы, бактериофаги

Вирусы – доклеточные формы жизни, которые являются облигатными внутриклеточными паразитами, т. е. могут существовать и размножаться только внутри организма хозяина. Вирусы были открыты Д. И. Ивановским в 1892 г. (он изучал вирус табачной мозаики), но доказать их существование удалось намного позднее.

Многие вирусы являются возбудителями заболеваний, таких как СПИД, коревая краснуха, эпидемический паротит (свинка), ветряная и натуральная оспа.

Вирусы имеют микроскопические размеры, многие из них способны проходить через любые фильтры. В отличие от бактерий, вирусы нельзя выращивать на питательных средах, так как вне организма они не проявляют свойств живого. Вне живого организма (хозяина) вирусы представляют собой кристаллы веществ, не имеющих никаких свойств живых систем.

#### Строение вирусов

Зрелые вирусные частицы называются вирионами. Фактически они представляют собой геном, покрытый сверху белковой оболочкой. Эта оболочка – капсид. Она построена из белковых молекул, защищающих генетический материал вируса от воздействия нуклеаз – ферментов, разрушающих нуклеиновые кислоты.

У некоторых вирусов поверх капсида располагается супер-капсидная оболочка, также построенная из белка. Генетический материал представлен нуклеиновой кислотой. У одних вирусов это ДНК (так называемые ДНК-овые вирусы), у других – РНК (РНК-овые вирусы).

РНК-овые вирусы также называют ретровирусами, так как для синтеза вирусных белков в этом случае необходима обратная транскрипция, которая осуществляется ферментом – обратной транскриптазой (ревертазой) и представляет собой синтез ДНК на базе РНК.

## Размножение вирусов

При внедрении вируса внутрь клетки-хозяина происходит освобождение молекулы нуклеиновой кислоты от белка, поэтому в клетку попадает только чистый и незащищенный генетический материал. Если вирус ДНК, то молекула ДНК встраивается в молекулу ДНК хозяина и воспроизводится вместе с ней. Так появляются новые вирусные ДНК, неотличимые от исходных. Все процессы, протекающие в клетке, замедляются, клетка начинает работать на воспроизводство вируса. Так как вирус является облигатным паразитом, то для его жизни необходима клетка-хозяин, поэтому она не погибает в процессе размножения вируса. Гибель клетки происходит только после выхода из нее вирусных частиц.

Если это ретровирус, внутрь клетки-хозяина попадает его РНК. Она содержит гены, обеспечивающие обратную транскрипцию: на матрице РНК строится одноцепочечная молекула ДНК. Из свободных нуклеотидов достраивается комплементарная цепь, которая и встраивается в геном клетки-хозяина. С полученной ДНК информация переписывается на молекулу и-РНК, на матрице которой затем синтезируются белки ретровируса.

## Бактериофаги

Это вирусы, паразитирующие на бактериях. Они играют большую роль в медицине и широко применяются при лечении гнойных заболеваний, вызванных стафилококками и др. Бактериофаги имеют сложное строение. Генетический материал находится в головке бактериофага, которая сверху покрыта белковой оболочкой (капсидом). В центре головки находится атом магния. Далее идет полый стержень, который переходит в хвостовые нити. Их функция – узнавать свой вид бактерий, осуществлять прикрепление фага к клетке. После прикрепления ДНК выдавливается в бактериальную клетку, а оболочки остаются снаружи.

# ЛЕКЦИЯ № 9.1. Жизненный цикл клетки

## 1. Понятие о жизненном цикле

Жизненный цикл клетки отражает все закономерные структурно-функциональные изменения, происходящие с клеткой во времени. Жизненный цикл – это время существования клетки от момента ее образования путем деления материнской клетки до собственного деления или естественной гибели.

У клеток сложного организма (например, человека) жизненный цикл клетки может быть различным. Высокоспециализированные клетки (эритроциты, нервные клетки, клетки поперечнополосатой мускулатуры) не размножаются. Их жизненный цикл состоит из рождения, выполнения предназначенных функций, гибели (гетерокаталитической интерфазы).

Важнейшим компонентом клеточного цикла является митотический (пролиферативный) цикл. Он представляет собой комплекс взаимосвязанных и согласованных явлений во время деления клетки, а также до и после него. Митотический цикл – это совокупность процессов, происходящих в клетке от одного деления до следующего и заканчивающихся образованием двух клеток следующей генерации. Кроме этого, в понятие жизненного цикла входят также период выполнения клеткой своих функций и периоды покоя. В это время дальнейшая клеточная судьба неопределенна: клетка может начать делиться (вступает в митоз) либо начать готовиться к выполнению специфических функций.

Митоз – это основной тип деления соматических эукариотических клеток. Процесс деления включает в себя несколько последовательных фаз и представляет собой цикл. Его продолжительность различна и составляет у большинства клеток от 10 до 50 ч. При этом у клеток тела человека продолжительность самого митоза составляет 1–1,5 ч, в 2-периода интерфазы – 2–3 ч, S-периода интерфазы – 6–10 ч.

## 2. Биологическое значение жизненного цикла

Обеспечивает преемственность генетического материала в ряду клеток дочерних поколений; приводит к образованию клеток, равноценных как по объему, так и по содержанию генетической информации.

Основные стадии митоза.

1. Редупликация (самоудвоение) генетической информации материнской клетки и равномерное распределение ее между дочерними клетками. Это сопровождается изменениями структуры и морфологии хромосом, в которых сосредоточено более 90 % информации эукариотической клетки.

2. Митотический цикл состоит из четырех последовательных периодов: пресинтетического (или постмитотического) G1, синтетического S, постсинтетического (или премитотического) G2 и собственно митоза. Они составляют автокаталитическую интерфазу (подготовительный период).

Фазы клеточного цикла:

1) пресинтетическая (G1). Идет сразу после деления клетки. Синтеза ДНК еще не происходит. Клетка активно растет в размерах, запасает вещества, необходимые для деления: белки (гистоны, структурные белки, ферменты), РНК, молекулы АТФ. Происходит деление митохондрий и хлоропластов (т. е. структур, способных к ауторепродукции). Восстанавливаются черты организации интерфазной клетки после предшествующего деления;

2) синтетическая (S). Происходит удвоение генетического материала путем репликации ДНК. Она происходит полуконсервативным способом, когда двойная спираль молекулы ДНК расходится на две цепи и на каждой из них синтезируется комплементарная цепочка.

В итоге образуются две идентичные двойные спирали ДНК, каждая из которых состоит из одной новой и старой цепи ДНК. Количество наследственного материала удваивается. Кроме этого, продолжается синтез РНК и белков. Также репликации подвергается небольшая часть митохондриальной ДНК (основная же ее часть реплицируется в G2 период);

3) постсинтетическая (G2). ДНК уже не синтезируется, но происходит исправление недочетов, допущенных при синтезе ее в S период (репарация). Также накапливаются энергия и питательные вещества, продолжается синтез РНК и белков (преимущественно ядерных).

S и G2 непосредственно связаны с митозом, поэтому их иногда выделяют в отдельный период – препрофазу.

После этого наступает собственно митоз, который состоит из четырех фаз.

### 3. Митоз. Характеристика основных этапов

Деление клетки включает в себя два этапа – деление ядра (митоз, или кариокинез) и деление цитоплазмы (цитокинез).

Митоз состоит из четырех последовательных фаз – профазы, метафазы, анафазы и телофазы. Ему предшествует период, называемый интерфазой (см. характеристику митотического цикла).

Фазы митоза:

1) профазы. Центриоли клеточного центра делятся и расходятся к противоположным полюсам клетки. Из микротрубочек образуется веретено деления, которое соединяет

центриоли разных полюсов. В начале профазы в клетке еще видны ядро и ядрышки, к концу этой фазы ядерная оболочка разделяется на отдельные фрагменты (происходит демонтаж ядерной мембраны), ядрышки распадаются. Начинается конденсация хромосом: они скручиваются, утолщаются, становятся видимыми в световой микроскоп. В цитоплазме уменьшается количество структур шероховатой ЭПС, резко сокращается число полисом;

2) метафаза. Заканчивается образование веретена деления.

Конденсированные хромосомы выстраиваются по экватору клетки, образуя метафазную пластинку. Микротрубочки веретена деления прикрепляются к центромерам, или кинетохорам (первичным перетяжкам), каждой хромосомы. После этого каждая хромосома продольно расщепляется на две хроматиды (дочерние хромосомы) которые оказываются связанными только в участке центромеры;

3) анафаза. Между дочерними хромосомами разрушается связь, и они начинают перемещаться к противоположным полюсам клетки со скоростью 0,2–5 мкм/мин. В конце анафазы на каждом полюсе оказывается по диплоидному набору хромосом. Хромосомы начинают деконденсироваться и раскручиваться, становятся тоньше и длиннее; 4) телофаза. Хромосомы полностью деспирализуются, восстанавливается структура ядрышек и интерфазного ядра, монтируется ядерная мембрана. Разрушается веретено деления. Происходит цитокинез (деление цитоплазмы). В животных клетках этот процесс начинается с образования в экваториальной плоскости перетяжки, которая все более углубляется и в конце концов полностью делит материнскую клетку на две дочерние.

При задержке цитокинеза образуются многоядерные клетки. Это наблюдается при размножении простейших путем шизогонии. У многоклеточных организмов так образуются синцитии – ткани, в которых отсутствуют границы между клетками (поперечно-полосатая мышечная ткань у человека).

Продолжительность каждой фазы зависит от типа ткани, физиологического состояния организма, воздействия внешних факторов (света, температуры, химических веществ) и пр.

#### 4. Нетипичные формы митоза

К нетипичным формам митоза относятся амитоз, эндомиоз, политения.

1. Амитоз – это прямое деление ядра. При этом сохраняется морфология ядра, видны ядрышко и ядерная мембрана. Хромосомы не видны, и их равномерного распределения не происходит. Ядро делится на две относительно равные части без образования митотического аппарата (системы микротрубочек, центриолей, структурированных хромосом). Если при этом деление заканчивается, возникает двухъядерная клетка. Но иногда перешнуровывается и цитоплазма.

Такой вид деления существует в некоторых дифференцированных тканях (в клетках

скелетной мускулатуры, кожи, соединительной ткани), а также в патологически измененных тканях. Амитоз никогда не встречается в клетках, которые нуждаются в сохранении полноценной генетической информации, – оплодотворенных яйцеклетках, клетках нормально развивающегося эмбриона. Этот способ деления не может считаться полноценным способом размножения эукариотических клеток.

2. Эндомитоз. При этом типе деления после репликации ДНК не происходит разделения хромосом на две дочерние хроматиды. Это приводит к увеличению числа хромосом в клетке иногда в десятки раз по сравнению с диплоидным набором. Так возникают полиплоидные клетки. В норме этот процесс имеет место в интенсивно функционирующих тканях, например, в печени, где полиплоидные клетки встречаются очень часто. Однако с генетической точки зрения эндомитоз представляет собой геномную соматическую мутацию.

3. Политения. Происходит кратное увеличение содержания ДНК (хромонем) в хромосомах без увеличения содержания самих хромосом. При этом количество хромонем может достигать 1000 и более, хромосомы при этом приобретают гигантские размеры. При политении выпадают все фазы митотического цикла, кроме репродукции первичных нитей ДНК. Такой тип деления наблюдается в некоторых высокоспециализированных тканях (печеночных клетках, клетках слюнных желез двукрылых насекомых). Политенные хромосомы дрозофил используются для построения цитологических карт генов в хромосомах.

## **ЛЕКЦИЯ № 9.2. Мейоз: характеристика, биологическое значение**

Мейоз – это вид деления клеток, при котором происходит уменьшение числа хромосом вдвое и переход клеток из диплоидного состояния в гаплоидное.

Мейоз представляет собой последовательность двух делений.

### **1. Стадии мейоза**

Первое деление мейоза (редукционное) приводит к образованию из диплоидных клеток гаплоидных. В профазу I, как и в митозе, происходит спирализация хромосом. Одновременно гомологичные хромосомы сближаются своими одинаковыми участками (конъюгируют), образуя биваленты. Перед вступлением в мейоз каждая хромосома имеет удвоенный генетический материал и состоит из двух хроматид, поэтому бивалента содержит 4 нити ДНК. В процессе дальнейшей спирализации может происходить кроссинговер – перекрест гомологичных хромосом, сопровождающийся обменом соответствующими участками между их хроматидами. В метафазе I завершается формирование веретена

деления, нити которого прикрепляются к центромерам хромосом, объединенных в биваленты таким образом, что от каждой центромеры идет только одна нить к одному из полюсов клетки. В анафазе I хромосомы расходятся к полюсам клетки, при этом у каждого полюса оказывается гаплоидный набор хромосом, состоящий из двух хроматид. В телофазе I восстанавливается ядерная оболочка, после чего материнская клетка делится на две дочерние.

Второе деление мейоза начинается сразу после первого и сходно с митозом, однако вступающие в него клетки несут гаплоидный набор хромосом. Профаза II по времени очень короткая. За ней наступает метафаза II, при этом хромосомы располагаются в экваториальной плоскости, образуется веретено деления. В анафазе II происходит разделение центромер, и каждая хроматида становится самостоятельной хромосомой. Отделившиеся друг от друга дочерние хромосомы направляются к полюсам деления. В телофазе II происходит деление клеток, в котором из двух гаплоидных клеток образуется 4 дочерние гаплоидные клетки.

Таким образом, в результате мейоза из одной диплоидной клетки образуются четыре клетки с гаплоидным набором хромосом.

В ходе мейоза осуществляются два механизма рекомбинации генетического материала.

Непостоянный (кроссинговер) представляет собой обмен гомологичными участками между хромосомами. Происходит в профазе I на стадии пахитены. Результат – рекомбинация аллельных генов.

1. Постоянный – случайное и независимое расхождение гомологичных хромосом в анафазе I мейоза. В результате гаметы получают разное число хромосом отцовского и материнского происхождения.

## 2. Биологическое значение мейоза

- 1) является основным этапом гаметогенеза;
- 2) обеспечивает передачу генетической информации от организма к организму при половом размножении;
- 3) дочерние клетки генетически не идентичны материнской и между собой.

## ЛЕКЦИЯ 9.3. Бесполое размножение.

### Формы и биологическая роль

Размножение – универсальное свойство всех живых организмов, способность воспроизводить себе подобных. С его помощью происходит сохранение во времени видов и жизни в целом. Оно обеспечивает смену поколений. Жизнь клеток, составляющих организм, намного короче жизни самого организма, поэтому его существование поддерживается только

за счет размножения клеток. Различают два способа размножения – бесполое и половое. При бесполом размножении главным клеточным механизмом, обеспечивающим увеличение числа клеток, является митоз. Родителем является одна особь. Потомство представляет собой точную генетическую копию родительского материала.

### **1. Биологическая роль бесполого размножения**

Поддержание наибольшей приспособленности в малоизменяющихся условиях окружающей среды. Оно усиливает значение стабилизирующего естественного отбора; обеспечивает быстрые темпы размножения; используется в практической селекции. Бесполое размножение встречается как у одно-, так и у многоклеточных организмов. У одноклеточных эукариот бесполое размножение представляет собой митотическое деление, у прокариот – деление нуклеоида, у многоклеточных форм – вегетативное размножение.

### **2. Формы бесполого размножения**

У одноклеточных организмов выделяют следующие формы бесполого размножения: деление, эндогонию, шизогонию (множественное деление) и почкование, спорообразование.

Деление характерно для таких одноклеточных, как амёбы, инфузории, жгутиковые. Сначала происходит митотическое деление ядра, затем цитоплазма делится пополам все более углубляющейся перетяжкой. При этом дочерние клетки получают примерно одинаковое количество цитоплазмы и органоидов.

Эндогония (внутреннее почкование) характерно для токсоплазмы. При образовании двух дочерних особей материнская дает лишь двух потомков. Но может быть внутреннее множественное почкование, что приведет к шизогонии.

Шизогония развивается на основе предыдущей формы. Встречается у споровиков (малярийного плазмодия) и др. Происходит многократное деление ядра без цитокинеза. Затем вся цитоплазма разделяется на части, которые обособляются вокруг новых ядер. Из одной клетки образуется очень много дочерних.

Почкование (у бактерий, дрожжевых грибов и др.). При этом на материнской клетке первоначально образуется небольшой бугорок, содержащий дочернее ядро (нуклеоид). Почка растет, достигает размеров материнской особи, а затем отделяется от нее.

Спорообразование (у высших споровых растений: мхов, папоротников, плаунов, хвощей, водорослей). Дочерний организм развивается из специализированных клеток – спор, содержащих гаплоидный набор хромосом. В царстве бактерий тоже встречается спорообразование. Споры, покрытые плотной оболочкой, защищающей ее от неблагоприятных воздействий окружающей среды, не способ размножения, а способ переживания неблагоприятных условий.

### **3. Вегетативная форма размножения**



Характерна для многоклеточных организмов. При этом новый организм образуется из группы клеток, отделяющихся от материнского организма. Растения размножаются клубнями, корневищами, луковичками, корнеклубнями, корнеплодами, корневой порослью, отводками, черенками, выводковыми почками, листьями. У животных вегетативное размножение встречается у самых низкоорганизованных форм. У губок и гидр оно идет путем почкования. За счет размножения группы клеток на материнском теле образуется выпячивание (почка), состоящее из клеток экто- и эндодермы. Почка постепенно увеличивается, на ней возникают щупальца, и отделяется от материнского организма. Ресничные черви делятся на две части, и в каждой из них восстанавливаются недостающие органы за счет неупорядоченного деления клеток. Кольчатые черви могут восстанавливать целый организм из одного членика. Этот вид деления лежит в основе регенерации – восстановления утраченных тканей и частей тела (у кольчатых червей, ящериц, саламандр). Особая форма бесполого размножения – стробиляция (у полипов). Полипоид-ный организм довольно интенсивно растет, при достижении определенных размеров начинает делиться на дочерние особи. В это время он напоминает стопку тарелок. Образовавшиеся медузы отрываются и начинают самостоятельную жизнь.

# **ЛЕКЦИЯ № 10.1. Развитие половых клеток. Строение и функции половых клеток (гамет)**

## **1. Общие свойства гамет**

По сравнению с другими клетками гаметы выполняют уникальные функции. Они обеспечивают передачу наследственной информации между поколениями особей, что поддерживает жизнь во времени. Гаметы – это одно из направлений дифференцировки клеток многоклеточного организма, направленное на процесс размножения. Это высококодифференцированные клетки, ядра которых содержат всю необходимую наследственную информацию для развития нового организма.

По сравнению с соматическими клетками (эпителиальными, нервными, мышечными) гаметы имеют ряд характерных особенностей. Первое отличие – наличие в ядре гаплоидного набора хромосом, что обеспечивает воспроизведение в зиготе типичного для организмов данного вида диплоидного набора (гаметы человека, например, содержат по 23 хромосомы; при слиянии гамет после оплодотворения формируется зигота, которая содержит 46 хромосом – нормальное количество для человеческих клеток).

Второе отличие – необычное ядерно-цитоплазматическое соотношение (т. е. отношение объема ядра к объему цитоплазмы). У яйцеклеток оно снижено за счет того, что имеется много цитоплазмы, где содержится питательный материал (желток) для будущего зародыша. В сперматозоидах, наоборот, ядерно-цитоплазматическое соотношение высокое, так как мал объем цитоплазмы (почти вся клетка занята ядром). Этот факт находится в соответствии с основной функцией сперматозоида – доставкой наследственного материала к яйцеклетке.

Третье отличие – низкий уровень обмена веществ в гаметах. Их состояние похоже на анабиоз. Мужские половые клетки вообще не вступают в митоз, а женские гаметы получают эту способность только после оплодотворения (когда они уже перестают быть гаметами и становятся зиготами) или воздействия фактора, индуцирующего партеногенез.

Несмотря на наличие ряда общих черт, мужские и женские половые клетки значительно отличаются друг от друга, что обусловлено различием в выполняемых функциях.

## **2. Строение и функции яйцеклетки**

Яйцеклетка – крупная неподвижная клетка, обладающая запасом питательных веществ. Размеры женской яйцеклетки составляют 150–170 мкм (гораздо больше мужских сперматозоидов, размер которых 50–70 мкм). Функции питательных веществ различны. Их выполняют:

1) компоненты, нужные для процессов биосинтеза белка (ферменты, рибосомы, м-РНК, т-РНК и их предшественники);

2) специфические регуляторные вещества, которые контролируют все процессы, происходящие с яйцеклеткой, например, фактор дезинтеграции ядерной оболочки (с этого процесса начинается профазы I мейотического деления), фактор, преобразующий ядро сперматозоида в пронуклеус перед фазой дробления, фактор, ответственный за блок мейоза на стадии метафазы II и др.;

3) желток, в состав которого входят белки, фосфолипиды, различные жиры, минеральные соли. Именно он обеспечивает питание зародыша в эмбриональном периоде. По количеству желтка в яйцеклетке она может быть алеци-тальной, т. е. содержащей ничтожно малое количество желтка, поли-, мезо- или олиголецитальной. Человеческая яйцеклетка относится к алецитальным. Это обусловлено тем, что человеческий зародыш очень быстро переходит от гистиотрофного типа питания к гематотрофному. Также человеческая яйцеклетка по распределению желтка является изолецитальной: при ничтожно малом количестве желтка он равномерно располагается в клетке, поэтому ядро оказывается примерно в центре.

Яйцеклетка имеет оболочки, которые выполняют защитные функции, препятствуют проникновению в яйцеклетку более одного сперматозоида, способствуют имплантации зародыша в стенку матки и определяют первичную форму зародыша.

Яйцеклетка обычно имеет шарообразную или слегка вытянутую форму, содержит набор тех типичных органелл, что и любая клетка. Как и другие клетки, яйцеклетка отграничена плазматической мембраной, но снаружи она окружена блестящей оболочкой, состоящей из мукополисахаридов (получила свое название за оптические свойства). Блестящая оболочка покрыта лучистым венцом, или фолликулярной оболочкой, которая представляет собой микроворсинки фолликулярных клеток. Она играет защитную роль, питает яйцеклетку.

Яйцеклетка лишена аппарата активного движения. За 4–7 суток она проходит по яйцеводу до полости матки расстояние, которое примерно составляет 10 см. Для яйцеклетки характерна плазматическая сегрегация. Это означает, что после оплодотворения в еще не дробящемся яйце происходит такое равномерное распределение цитоплазмы, что в дальнейшем клетки зачатков будущих тканей получают ее в определенном закономерном количестве.

### **3. Строение и функции сперматозоидов**

Сперматозоид – это мужская половая клетка (гамета). Он обладает способностью к движению, чем в известной мере обеспечивается возможность встречи разнополых гамет. Размеры сперматозоида микроскопические: длина этой клетки у человека составляет 50–70 мкм (самые крупные они у тритона – до 500 мкм). Все сперматозоиды несут отрицательный

электрический заряд, что препятствует их склеиванию в сперме. Количество сперматозоидов, образующихся у особи мужского пола, всегда колоссально. Например, эякулят здорового мужчины содержит около 200 млн сперматозоидов (жеребец выделяет около 10 млрд сперматозоидов).

#### Строение сперматозоида

По морфологии сперматозоиды резко отличаются от всех других клеток, но все основные органеллы в них имеются. Каждый сперматозоид имеет головку, шейку, промежуточный отдел и хвост в виде жгутика. Почти вся головка заполнена ядром, которое несет наследственный материал в виде хроматина. На переднем конце головки (на ее вершине) располагается акросома, которая представляет собой видоизмененный комплекс Гольджи. Здесь происходит образование гиалуронидазы – фермента, который способен расщеплять мукополисахариды оболочек яйцеклетки, что делает возможным проникновение сперматозоида внутрь яйцеклетки. В шейке сперматозоида расположена митохондрия, которая имеет спиральное строение. Она необходима для выработки энергии, которая тратится на активные движения сперматозоида по направлению к яйцеклетке. Большую часть энергии сперматозоид получает в виде фруктозы, которой очень богат эякулят. На границе головки и шейки располагается центриоль. На поперечном срезе жгутика видны 9 пар микротрубочек, еще 2 пары есть в центре. Жгутик является органоидом активного движения. В семенной жидкости мужская гамета развивает скорость, равную 5 см/ч (что применительно к ее размерам примерно в 1,5 раза быстрее, чем скорость пловца-олимпийца). При электронной микроскопии сперматозоида обнаружено, что цитоплазма головки имеет не коллоидное, а жидкокристаллическое состояние. Этим достигается устойчивость сперматозоида к неблагоприятным условиям внешней среды (например, к кислой среде женских половых путей). Установлено, что сперматозоиды более устойчивы к воздействию ионизирующей радиации, чем незрелые яйцеклетки.

Сперматозоиды некоторых видов животных имеют акросомный аппарат, который выбрасывает длинную и тонкую нить для захвата яйцеклетки.

Установлено, что оболочка сперматозоида имеет специфические рецепторы, которые узнают химические вещества, выделяемые яйцеклеткой. Поэтому сперматозоиды человека способны к направленному движению по направлению к яйцеклетке (это называется положительным хемотаксисом).

При оплодотворении в яйцеклетку проникает только головка сперматозоида, несущая наследственный аппарат, а остальные части остаются снаружи.

#### 4. Оплодотворение

Оплодотворение – это процесс слияния половых клеток. В результате оплодотворения

образуется диплоидная клетка – зигота, это начальный этап развития нового организма. Оплодотворению предшествует выделение половых продуктов, т. е. осеменение. Существует два типа осеменения:

1) наружное. Половые продукты выделяются во внешнюю среду (у многих пресноводных и морских животных);

2) внутреннее. Самец выделяет половые продукты в половые пути самки (у млекопитающих, человека).

Оплодотворение состоит из трех последовательных стадий: сближения гамет, активации яйцеклетки, слияния гамет (сингамии), акросомной реакции.

#### Сближение гамет

Обусловлено совокупностью факторов, повышающих вероятность встречи гамет: половой активностью самцов и самок, скоординированной во времени, соответствующим половым поведением, избыточной продукцией сперматозоидов, крупными размерами яйцеклеток. Ведущий фактор – выделение гаметами гамонов (специфических веществ, способствующих сближению и слиянию половых клеток). Яйцеклетка выделяет гиногамоны, которые обуславливают направленное движение к ней сперматозоидов (хемотаксис), а сперматозоиды выделяют андрогамоны.

Для млекопитающих также важна длительность пребывания гамет в половых путях самки. Это необходимо для того, чтобы сперматозоиды приобрели оплодотворяющую способность (происходит так называемая капацитация, т. е. способность к акросомной реакции).

#### Акросомная реакция

Акросомная реакция – это выброс протеолитических ферментов (главным образом, гиалуронидазы), которые содержатся в акросоме сперматозоида. Под их влиянием происходит растворение оболочек яйцеклетки в месте наибольшего скопления сперматозоидов. Снаружи оказывается участок цитоплазмы яйцеклетки (так называемый бугорок оплодотворения), к которому прикрепляется только один из сперматозоидов. После этого плазматические мембраны яйцеклетки и сперматозоида сливаются, образуется цитоплазматический мостик, сливаются цитоплазмы обеих половых клеток. Далее в цитоплазму яйцеклетки проникают ядро и центриоль сперматозоида, а его мембрана встраивается в мембрану яйцеклетки. Хвостовая часть сперматозоида отделяется и рассасывается, не играя какой-либо существенной роли в дальнейшем развитии зародыша.

#### Активация яйцеклетки

Активация яйцеклетки происходит закономерно в результате контакта ее со сперматозоидом. Имеет место кортикальная реакция, защищающая яйцеклетку от полиспермии, т. е. проникновения в нее более одного сперматозоида. Она заключается в том,

что происходят отслойка и затвердевание желточной оболочки под влиянием специфических ферментов, выделяющихся из кортикальных гранул.

В яйцеклетке изменяется обмен веществ, повышается потребность в кислороде, начинается активный синтез питательных веществ. Завершается активация яйцеклетки началом трансляционного этапа биосинтеза белка (так как м-РНК, т-РНК, рибосомы и энергия в виде макроэргов были запасены еще в овогенезе).

#### Слияние гамет

У большинства млекопитающих на момент встречи яйцеклетки со сперматозоидом она находится в метафазе II, так как процесс мейоза в ней заблокирован с помощью специфического фактора. У трех родов млекопитающих (лошадей, собак и лисиц) блок осуществляется на стадии диакинеза. Этот блок снимается только после того, как в яйцеклетку проникает ядро сперматозоида. В то время как в яйцеклетке завершается мейоз, ядро проникшего в нее сперматозоида приобретает другой вид – сначала интерфазного, а затем и профазного ядра. Ядро сперматозоида превращается в мужской пронуклеус: в нем удваивается количество ДНК, набор хромосом в нем соответствует  $2n$  (содержит гаплоидный набор редуцированных хромосом).

После завершения мейоза ядро превращается в женский про-нуклеус и также содержит количество наследственного материала, соответствующее  $2n$ .

Оба пронуклеуса прodelывают сложные перемещения внутри будущей зиготы, сближаются и сливаются, образуя синкарион (содержит диплоидный набор хромосом) с общей метафазной пластинкой. Затем формируется общая мембрана, возникает зигота. Первое митотическое деление зиготы приводит к образованию двух первых клеток зародыша (бластомеров), каждая из которых несет диплоидный набор хромосом  $2n$ .

## **ЛЕКЦИЯ 10.2. Половое размножение. Его формы и биологическая роль**

### **1. Эволюционный смысл полового размножения**

Половое размножение встречается в основном у высших организмов. Это более поздний вид размножения (существует около 3 млрд лет). Оно обеспечивает значительное генетическое разнообразие и, следовательно, большую фенотипическую изменчивость потомства; организмы получают большие эволюционные возможности, возникает материал для естественного отбора.

Помимо полового размножения, существует половой процесс. Суть его в том, что обмен генетической информацией между особями происходит, но без увеличения числа особей. Формированию гамет у многоклеточных предшествует мейоз. Половой процесс

состоит в объединении наследственного материала от двух разных источников (родителей).

При половом размножении потомство генетически отличается от своих родителей, так как между родителями происходит обмен генетической информацией.

Основой полового размножения является мейоз. Родителями являются две особи – мужская и женская, они вырабатывают разные половые клетки. В этом проявляется половой диморфизм, который отражает различие задач, выполняемых при половом размножении мужским и женским организмами.

Половое размножение осуществляется через гаметы – половые клетки, имеющие гаплоидный набор хромосом и вырабатываемые в родительских организмах. Слияние родительских клеток приводит к образованию зиготы, из которой в дальнейшем образуется организм-потомок. Половые клетки образуются в гонадах – половых железах (в яичниках у самок и семенниках у самцов).

Процесс образования половых клеток называется гаметогенезом (овогенезом у самок и сперматогенезом у самцов).

Если мужские и женские гаметы образуются в организме одной особи, то ее называют гермафродитной. Гермафродитизм бывает истинный (особь имеет гонады обоих полов) и ложный гермафродитизм (особь имеет половые железы одного типа – мужского или женского, а наружные половые органы и вторичные половые признаки обоих полов).

## 2. Виды полового размножения

У одноклеточных организмов выделяют две формы полового размножения – копуляцию и конъюгацию.

При конъюгации (например, у инфузорий) специальные половые клетки (половые особи) не образуются. У этих организмов имеются два ядра – макро- и микронуклеус. Обычно инфузории размножаются делением надвое. При этом микронуклеус сначала делится митотически. Из него формируются стационарное и мигрирующее ядра, имеющие гаплоидный набор хромосом. Затем две клетки сближаются, между ними образуется протоплазматический мостик. По нему происходит перемещение в цитоплазму партнера мигрирующего ядра, которое затем сливается со стационарным. Формируются обычные микро- и макронуклеусы, клетки расходятся. Так как при этом процессе не происходит увеличения количества особей, то говорят о половом процессе, а не о половом размножении. Однако происходит обмен (рекомбинация) наследственной информацией, поэтому потомки генетически отличаются от своих родителей.

При копуляции (у простейших) происходят образование половых элементов и их попарное слияние. При этом две особи приобретают половые различия и полностью сливаются, образуя зиготу. Происходят объединение и рекомбинация наследственного

материала, поэтому особи генетически отличны от родительских.

### 3. Различия между гаметами

В процессе эволюции степень различия гамет нарастает. Сначала имеет место простая изогамия, когда половые клетки еще не имеют дифференцировки. При дальнейшем усложнении процесса возникает анизогамия: мужские и женские гаметы различаются, однако не качественно, а количественно (у хламидомонад). Наконец, у водоросли вольвокса большая гамета становится неподвижной и самой крупной из всех гамет. Такая форма анизогамии, когда гаметы резко различны, называется оогамией. У многоклеточных животных (в том числе у человека) имеет место исключительно оогамия. Среди растений изогамия и анизогамия встречаются только у водорослей.

### 4. Нетипичное половое размножение

Речь пойдет о партеногенезе, гиногенезе, андрогенезе, полиэмбрионии, двойном оплодотворении у покрытосеменных растений.

Партеногенез (девственное размножение)

Дочерние организмы развиваются из неоплодотворенных яйцеклеток. Открыт в середине XVIII в. швейцарским натуралистом Ш. Бонне.

Значение партеногенеза:

- 1) размножение возможно при редких контактах разнополых особей;
- 2) резко возрастает численность популяции, так как потомство, как правило, многочисленно;
- 3) встречается в популяциях с высокой смертностью в течение одного сезона.

Виды партеногенеза:

1) облигатный (обязательный) партеногенез. Встречается в популяциях, состоящих исключительно из особей женского пола (у кавказской скалистой ящерицы). При этом вероятность встречи разнополых особей минимальна (скалы разделены глубокими ущельями). Без партеногенеза вся популяция оказалась бы на грани вымирания;

2) циклический (сезонный) партеногенез (у тлей, дафний, коловраток). Встречается в популяциях, которые исторически вымирали в больших количествах в определенное время года. У этих видов партеногенез сочетается с половым размножением. При этом в летнее время существуют только самки, которые откладывают два вида яиц – крупные и мелкие. Из крупных яиц партеногенетически появляются самки, а из мелких – самцы, которые оплодотворяют яйца, лежащие зимой на дне. Из них появляются исключительно самки;

3) факультативный (необязательный) партеногенез. Встречается у общественных насекомых (ос, пчел, муравьев). В популяции пчел из оплодотворенных яиц выходят самки



(рабочие пчелы и царицы), из неоплодотворенных – самцы (трутни).

У этих видов партеногенез существует для регулирования численного соотношения полов в популяции.

Выделяют также естественный (существует в естественных популяциях) и искусственный (используется человеком) партеногенез. Этот вид партеногенеза исследовал В. Н. Тихомиров. Он добился развития неоплодотворенных яиц тутового шелкопряда, раздражая их тонкой кисточкой или погружая на несколько секунд в серную кислоту (известно, что шелковую нить дают только самки).

Гиногенез (у костистых рыб и некоторых земноводных). Сперматозоид проникает в яйцеклетку и лишь стимулирует ее развитие. Ядро сперматозоида при этом с ядром яйцеклетки не сливается и погибает, а источником наследственного материала для развития потомка служит ДНК ядра яйцеклетки.

Андрогенез. В развитии зародыша участвует мужское ядро, привнесенное в яйцеклетку, а ядро яйцеклетки при этом гибнет. Яйцеклетка дает лишь питательные вещества своей цитоплазмы.

Полиэмбриония. Зигота (эмбрион) делится на несколько частей бесполом способом, каждая из которых развивается в самостоятельный организм. Встречается у насекомых (наездников), броненосцев. У броненосцев клеточный материал первоначально одного зародыша на стадии бластулы равномерно разделяется между 4–8 зародышами, каждый из которых в дальнейшем дает полноценную особь.

К этой категории явлений можно отнести появление однойцовых близнецов у человека.

## **ЛЕКЦИЯ 10.3. Гаметогенез**

### **1. Понятия гаметогенеза**

Гаметогенез – это процесс образования половых клеток. Протекает он в половых железах – гонадах (в яичниках у самок и в семенниках у самцов). Гаметогенез в организме женской особи сводится к образованию женских половых клеток (яйцеклеток) и носит название овогенеза. У особей мужского пола возникают мужские половые клетки (сперматозоиды), процесс образования которых называется сперматогенезом.

Гаметогенез – это последовательный процесс, который складывается из нескольких стадий – размножения, роста, созревания клеток. В процесс сперматогенеза включается также стадия формирования, которой нет при овогенезе.

## 2. Стадии гаметогенеза

1. Стадия размножения. Клетки, из которых в последующем образуются мужские и женские гаметы, называются сперматогониями и овогониями соответственно. Они несут диплоидный набор хромосом  $2n2c$ . На этой стадии первичные половые клетки многократно делятся митозом, в результате чего их количество существенно возрастает. Сперматогонии размножаются в течение всего репродуктивного периода в мужском организме. Размножение овогоний происходит главным образом в эмбриональном периоде. У человека в яичниках женского организма процесс размножения овогоний наиболее интенсивно протекает между 2 и 5 месяцами внутриутробного развития.

К концу 7 месяца большая часть овоцитов переходит в профазу I мейоза.

Если в одинарном гаплоидном наборе количество хромосом обозначить как  $n$ , а количество ДНК – как  $c$ , то генетическая формула клеток в стадии размножения соответствует  $2n2c$  до синтетического периода митоза (когда происходит репликация ДНК) и  $2n4c$  после него.

2. Стадия роста. Клетки увеличиваются в размерах и превращаются в сперматоциты и овоциты I порядка (последние достигают особенно больших размеров в связи с накоплением питательных веществ в виде желтка и белковых гранул). Эта стадия соответствует интерфазе I мейоза. Важное событие этого периода – репликация молекул ДНК при неизменном количестве хромосом. Они приобретают двунигратную структуру: генетическая формула клеток в этот период выглядит как  $2n4c$ .

3. Стадия созревания. Происходят два последовательных деления – редукционное (мейоз I) и эквационное (мейоз II), которые вместе составляют мейоз. После первого деления (мейоза I) образуются сперматоциты и овоциты II порядка (с генетической формулой  $n2c$ ), после второго деления (мейоза II) – сперматиды и зрелые яйцеклетки (с формулой  $nc$ ) с тремя редукционными тельцами, которые погибают и в процессе размножения не участвуют. Так сохраняется максимальное количество желтка в яйцеклетках. Таким образом, в результате стадии созревания один сперматоцит I порядка (с формулой  $2n4c$ ) дает четыре сперматиды (с формулой  $nc$ ), а один овоцит I порядка (с формулой  $2n4c$ ) образует одну зрелую яйцеклетку (с формулой  $nc$ ) и три редукционных тельца.

4. Стадия формирования, или спермиогенеза (только при сперматогенезе). В результате этого процесса каждая незрелая сперматида превращается в зрелый сперматозоид (с формулой  $nc$ ), приобретая все структуры, ему свойственные. Ядро сперматиды уплотняется, происходит сверхспирализация хромосом, которые становятся функционально инертными. Комплекс Гольджи перемещается к одному из полюсов ядра, формируя акросому. К другому полюсу ядра устремляются центриоли, причем одна из них принимает участие в

формировании жгутика. Вокруг жгутика спирально закручивается одна митохондрия. Почти вся цитоплазма сперматиды отторгается, поэтому головка сперматозоида ее почти не содержит.

## **ЛЕКЦИЯ 10.4. Онтогенез**

### **1. Понятие об онтогенезе**

Онтогенез – это процесс индивидуального развития особи от момента образования зиготы при половом размножении (или появления дочерней особи – при бесполом) до конца жизни.

В основу периодизации онтогенеза положена возможность осуществления особью полового размножения. По этому принципу онтогенез делят на три периода: дорепродуктивный, репродуктивный и пострепродуктивный.

Дорепродуктивный период характеризуется неспособностью особи к половому размножению, в связи с ее незрелостью. В этот период происходят основные анатомические и физиологические преобразования, формируя зрелый в половом отношении организм. В дорепродуктивный период особь наиболее уязвима для неблагоприятных влияний физических, химических и биологических факторов окружающей среды.

Этот период, в свою очередь, делится на 4 периода: эмбриональный, личиночный, период метаморфоза и ювенильный.

Эмбриональный (зародышевый) период длится от момента оплодотворения яйцеклетки до выхода зародыша из яйцевых оболочек.

Личиночный период встречается у некоторых представителей низших позвоночных животных, зародыши которых, выйдя из яйцевых оболочек, некоторое время существуют, не имея всех черт зрелой особи. Для личинки характерны эмбриональные черты особи, наличие временных вспомогательных органов, способность к активному питанию и размножению. Благодаря этому личинка завершает свое развитие в наиболее благоприятных для этого условиях.

Метаморфоз как период онтогенеза характеризуется структурными преобразованиями особи. При этом вспомогательные органы разрушаются, а постоянные органы совершенствуются или новообразуются.

Ювенильный период длится от момента окончания метаморфоза до вступления в репродуктивный период. В этот период особь интенсивно растет, происходит окончательное формирование структуры и функции органов и систем.

В репродуктивном периоде особь реализует свою возможность к размножению. В этот период развития она окончательно сформирована и устойчива к действию неблагоприятных внешних факторов.

Пострепродуктивный период связан с прогрессирующим старением организма. Для него характерно снижение, а затем полное исчезновение функции размножения, обратные структурные и функциональные изменения органов и систем организма. Снижается устойчивость к различным неблагоприятным воздействиям.

Постэмбриональное развитие может быть прямым и непрямым. При прямом (без личинки) развитии из яйцевых оболочек или из тела матери выходит организм, сходный со взрослым. Постэмбриональное развитие этих животных сводится в основном к росту и половому созреванию. Прямое развитие встречается у животных, размножающихся откладыванием яиц, когда яйца богаты желтком (беспозвоночные, рыбы, пресмыкающиеся, птицы, некоторые млекопитающие), и у живородящих форм. В последнем случае яйцеклетки почти лишены желтка. Зародыш развивается внутри материнского организма, и его жизнедеятельность обеспечивается посредством плаценты (плацентарные млекопитающие и человек).

Непрямое развитие – личиночное, с метаморфозом. Метаморфоз может быть неполный, когда личинка напоминает взрослый организм и с каждой новой линькой становится все более похожей на него, и полный, когда личинка отличается от взрослого организма по многим важнейшим признакам внешнего и внутреннего строения, а в жизненном цикле присутствует стадия куколки.

## 2. Эмбриональное развитие

Период эмбрионального развития наиболее сложен у высших животных и состоит из нескольких этапов.

Первый этап эмбрионального развития – дробление. При этом из зиготы путем митотического деления образуются сначала 2 клетки, затем 4, 8 и т. д. Образующиеся клетки называются бластомерами, а зародыш на этой стадии развития – бластулой. При этом общая масса и объем почти не увеличиваются, а новые клетки приобретают все меньшие размеры. Митотические деления происходят быстро одно за другим, характеризуясь укорочением, а иногда и выпадением некоторых стадий митоза. Так, для этого процесса характерна значительно более быстрая репликация ДНК. Стадия G1 (подготовки к синтезу ДНК и рост клеток) выпадает. Стадия G2 значительно укорочена. Такая быстрая последовательность митотических делений обеспечивается энергией и питательными веществами цитоплазмы яйцеклетки.

Иногда образовавшаяся бластула представляет собой полостное образование, в котором бластомеры располагаются в один слой, ограничивая полость – бластоцель. В случаях, когда бластула имеет вид плотного шара без полости в центре, ее называют морулой (morula – тутовая ягода).

Следующий этап эмбрионального развития – гаструляция. В это время бластомеры, продолжая быстро делиться, приобретают двигательную активность и перемещаются относительно друг друга, формируя слои клеток – зародышевые листки. Гаструляция может происходить либо путем инвагинации (впячивания) одной из стенок бластулы в полость бластоцеля, иммиграцией отдельных клеток, эпиволией (обрастанием), либо деламинацией (расщеплением на две пластинки). В итоге формируется наружный зародышевый листок – эктодерма, и внутренний – энтодерма. У большинства многоклеточных животных (кроме губок и кишечнополостных) между ними образуется третий, средний зародышевый листок – мезодерма, сформированный из клеток, лежащих на границе между наружным и внутренним листками. Затем наступает этап гисто- и органогенеза. При этом вначале образуется зачаток нервной системы – нейрула. Это происходит путем обособления группы клеток эктодермы на спинной стороне зародыша в виде пластинки, которая сворачивается в желобок, а затем в длинную трубку и уходит вглубь, под слой клеток эктодермы. После этого на передней части трубки формируется зачаток головного мозга и органов чувств, а из основной части трубки – зачаток спинного мозга и периферической нервной системы. Кроме того, из эктодермы развивается кожа и ее производные. Энтодерма дает начало органам дыхательной и пищеварительной систем. Из мезодермы формируются мышечная, хрящевая и костная ткань, органы кровеносной и выделительной систем.

# ЛЕКЦИЯ № 11. Основные понятия генетики.

## Законы наследования

### 1. Законы Г. Менделя

Наследование – это процесс передачи генетической информации в ряду поколений.

Наследуемые признаки могут быть качественными (моногенными) и количественными (полигенными). Качественные признаки представлены в популяции, как правило, небольшим числом взаимоисключающих вариантов. Например, желтый или зеленый цвет семян гороха, серый или черный цвет тела у мух дрозофил, светлый или темный цвет глаз у человека, нормальная свертываемость крови или гемофилия. Качественные признаки наследуются по законам Менделя (менделирующие признаки).

Количественные признаки представлены в популяции множеством альтернативных вариантов. К количественным относятся такие признаки, как рост, пигментация кожи, умственные способности у человека, яйценоскость у кур, содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы и т. д. Наследование полигенных признаков в целом не подчиняется законам Менделя.

В зависимости от локализации гена в хромосоме и взаимодействия аллельных генов различают несколько вариантов моногенного наследования признаков.

1. Аутосомный тип наследования. Различают доминантный, рецессивный и кодоминантный аутосомный тип наследования.

2. Сцепленный с половыми хромосомами (с полом) тип наследования. Различают X-сцепленное (доминантное либо рецессивное) наследование и Y-сцепленное наследование.

Мендель изучал наследование цвета семян гороха, скрещивая растения с желтыми и зелеными семенами, и сформулировал на основе своих наблюдений закономерности, названные впоследствии в его честь.

#### Первый закон Менделя

Закон единообразия гибридов первого поколения, или закон доминирования. Согласно этому закону, при моногибридном скрещивании гомозиготных по альтернативным признакам особей потомство первого гибридного поколения единообразно по генотипу и фенотипу.

#### Второй закон Менделя

Закон расщепления. Он гласит: после скрещивания потомков F1 двух гомозиготных родителей в поколении F2 наблюдалось расщепление потомства по фенотипу в отношении 3:1 в случае полного доминирования и 1:2:1 при неполном доминировании.

Применяемые Менделем приемы легли в основу нового метода изучения наследования – гибридологического.

Гибридологический анализ – это постановка системы скрещиваний, позволяющих выявить закономерности наследования признаков.

Условия проведения гибридологического анализа:

- 1) родительские особи должны быть одного вида и размножаться половым способом (иначе скрещивание просто невозможно);
- 2) родительские особи должны быть гомозиготными по изучаемым признакам;
- 3) родительские особи должны различаться по изучаемым признакам;
- 4) родительские особи скрещивают между собой один раз для получения гибридов первого поколения F<sub>1</sub>, которые затем скрещивают между собой для получения гибридов второго поколения F<sub>2</sub>;
- 5) необходимо проведение строгого учета числа особей первого и второго поколения, имеющих изучаемый признак.

## 2. Ди- и полигибридное скрещивание. Независимое наследование

Дигибридное скрещивание – это скрещивание родительских особей, различающихся по двум парам альтернативных признаков и, соответственно, по двум парам аллельных генов.

Полигибридное скрещивание – это скрещивание особей, различающихся по нескольким парам альтернативных признаков и, соответственно, по нескольким парам аллельных генов.

Георг Мендель скрещивал растения гороха, отличающиеся по окраске семян (желтые и зеленые) и по характеру поверхности семян (гладкие и морщинистые). Скрещивая чистые линии гороха с желтыми гладкими семенами с чистыми линиями, имеющими зеленые морщинистые семена, он получил гибриды первого поколения с желтыми гладкими семенами (доминантные признаки). Затем Мендель скрестил гибриды первого поколения между собой и получил четыре фенотипических класса в соотношении 9: 3: 3: 1, т. е. в результате во втором поколении появилось два новых сочетания признаков: желтые морщинистые и зеленые гладкие. Для каждой пары признаков отмечалось отношение 3: 1, характерное для моногибридного скрещивания: во втором поколении получилось 3/4 гладких и 1/4 морщинистых семян и 3/4 желтых и 1/4 зеленых семян. Следовательно, две пары признаков объединяются у гибридов первого поколения, а затем разделяются и становятся независимыми друг от друга.

На основе этих наблюдений был сформулирован третий закон Менделя.

Третий закон Менделя

Закон о независимом наследовании: расщепление по каждой паре признаков идет независимо от других пар признаков. В чистом виде этот закон справедлив только для генов, локализованных в разных хромосомах, и частично соблюдается для генов, расположенных в

одной хромосоме, но на значительном расстоянии друг от друга.

Опыты Менделя легли в основу новой науки – генетики. Генетика – это наука, изучающая наследственность и изменчивость.

Успеху исследований Менделя способствовали следующие условия:

1. Удачный выбор объекта исследования – гороха. Когда Менделю предложили повторить свои наблюдения на ястре-бинке, этом вездесущем сорняке, он не смог этого сделать.

2. Проведение анализа наследования отдельных пар признаков в потомстве скрещиваемых растений, отличающихся по одной, двум или трем парам альтернативных признаков. Велся учет отдельно по каждой паре этих признаков после каждого скрещивания.

3. Мендель не только зафиксировал полученные результаты, но и провел их математический анализ.

Мендель сформулировал также закон чистоты гамет, согласно которому гамета чиста от второго аллельного гена (альтернативного признака), т. е. ген дискретен и не смешивается с другими генами.

При моногибридном скрещивании в случае полного доминирования у гетерозиготных гибридов первого поколения проявляется только доминантный аллель, однако рецессивный аллель не теряется и не смешивается с доминантным. Среди гибридов второго поколения и рецессивный, и доминантный аллель может проявиться в своем – чистом – виде, т. е. в гомозиготном состоянии. В итоге гаметы, образуемые такой гетерозиготой, являются чистыми, т. е. гамета А не содержит ничего от аллели а, гамета а – чиста от А.

На клеточном уровне основой дискретности аллелей является их локализация в разных хромосомах каждой гомологичной пары, а дискретности генов – их расположение в разных локусах хромосом.

### **3. Взаимодействия аллельных генов**

При взаимодействии аллельных генов возможны разные варианты проявления признака. Если аллели находятся в гомозиготном состоянии, то развивается соответствующий аллелю вариант признака. В случае гетерозиготности развитие признака будет зависеть от конкретного вида взаимодействия аллельных генов.

**Полное доминирование**

Это такой вид взаимодействия аллельных генов, при котором проявление одного из аллелей (А) не зависит от наличия в генотипе особи другого аллеля (А1) и гетерозиготы АА1 фенотипически не отличаются от гомозигот по данному аллелю (АА).

В гетерозиготном генотипе АА1 аллель А является доминантным. Присутствие аллеля А1 никак фенотипически не проявляется, поэтому он выступает как рецессивный.



### Неполное доминирование

Отмечается в случаях, когда фенотип гетерозигот СС1 отличается от фенотипа гомозигот СС и С1С1 промежуточной степенью проявления признака, т. е. аллель, отвечающий за формирование нормального признака, находясь в двойной дозе у гомозиготы СС, проявляется сильнее, чем в одинарной дозе у гетерозиготы СС1. Возможные при этом генотипы различаются экспрессивностью, т. е. степенью выраженности признака.

### Кодоминирование

Это такой тип взаимодействия аллельных генов, при котором каждый из аллелей проявляет свое действие. В результате формируется промежуточный вариант признака, новый по сравнению с вариантами, формируемыми каждым аллелем по отдельности.

### Межаллельная комплементация

Это редкий вид взаимодействия аллельных генов, при котором у организма, гетерозиготного по двум мутантным аллелям гена М (М1М11), возможно формирование нормального признака М. Например, ген М отвечает за синтез белка, имеющего четвертичную структуру и состоящего из нескольких одинаковых полипептидных цепей. Мутантный аллель М1 вызывает синтез измененного пептида М1, а мутантный аллель М11 определяет синтез другой, но тоже ненормальной полипептидной цепи. Взаимодействие таких измененных пептидов и компенсация измененных участков при формировании четвертичной структуры в редких случаях может привести к появлению белка с нормальными свойствами.

## 4. Наследование групп крови системы АВО

Наследование групп крови системы АВО у человека имеет некоторые особенности. Формирование I, II и III групп крови происходит по такому типу взаимодействия аллельных генов, как доминирование. Генотипы, содержащие аллель IА в гомозиготном состоянии, либо в сочетании с аллелем IО, определяют формирование у человека второй (А) группы крови. Тот же принцип лежит в основе формирования третьей (В) группы крови, т. е. аллели IА и IВ выступают как доминантные по отношению к аллелю IО, в гомозиготном состоянии формирующему IОIО первую (О) группу крови. Формирование четвертой (АВ) группы крови идет по пути кодоминирования. Аллели IА и IВ, по отдельности формирующие соответственно вторую и третью группу крови, в гетерозиготном состоянии определяют IАIВ (четвертую) группу крови.

## 5. Наследственность. Неаллельные гены

Неаллельные гены – это гены, расположенные в различных участках хромосом и кодирующие неодинаковые белки.

Неаллельные гены также могут взаимодействовать между собой. При этом либо один ген обуславливает развитие нескольких признаков, либо, наоборот, один признак проявляется под действием совокупности нескольких генов. Выделяют три формы взаимодействия неаллельных генов:

- 1) комплементарность;
- 2) эпистаз;
- 3) полимерия.

Комплементарное (дополнительное) действие генов – это вид взаимодействия неаллельных генов, доминантные аллели которых при совместном сочетании в генотипе обуславливают новое фенотипическое проявление признаков. При этом расщепление гибридов F<sub>2</sub> по фенотипу может происходить в соотношениях 9: 6: 1, 9: 3: 4, 9: 7, иногда 9: 3: 3: 1.

Примером комплементарности является наследование формы плода тыквы. Наличие в генотипе доминантных генов А или В обуславливает сферическую форму плодов, а рецессивных – удлиненную. При наличии в генотипе одновременно доминантных генов А и В форма плода будет дисковидной. При скрещивании чистых линий с сортами, имеющими сферическую форму плодов, в первом гибридном поколении F<sub>1</sub> все плоды будут иметь дисковидную форму, а в поколении F<sub>2</sub> произойдет расщепление по фенотипу: из каждых 16 растений 9 будут иметь дисковидные плоды, 6 – сферические и 1 – удлиненные.

Эпистаз – взаимодействие неаллельных генов, при котором один из них подавляется другим. Подавляющий ген называется эпистатическим, подавляемый – гипостатическим.

Если эпистатический ген не имеет собственного фенотипического проявления, то он называется ингибитором и обозначается буквой I.

Эпистатическое взаимодействие неаллельных генов может быть доминантным и рецессивным. При доминантном эпистазе проявление гипостатического гена (В, b) подавляется доминантным эпистатическим геном (I &gt; В, b). Расщепление по фенотипу при доминантном эпистазе может происходить в соотношении 12: 3: 1, 13: 3, 7: 6: 3.

Рецессивный эпистаз – это подавление рецессивным аллелем эпистатического гена аллелей гипостатического гена (i &gt; В, b). Расщепление по фенотипу может идти в соотношении 9: 3: 4, 9: 7, 13: 3.

Полимерия – взаимодействие неаллельных множественных генов, однозначно влияющих на развитие одного и того же признака; степень проявления признака зависит от количества генов. Полимерные гены обозначаются одинаковыми буквами, а аллели одного локуса имеют одинаковый нижний индекс.

Полимерное взаимодействие неаллельных генов может быть кумулятивным и некумулятивным. При кумулятивной (накопительной) полимерии степень проявления

признака зависит от суммирующего действия генов. Чем больше доминантных аллелей генов, тем сильнее выражен тот или иной признак. Расщепление F<sub>2</sub> по фенотипу происходит в соотношении 1: 4: 6: 4: 1.

При некумулятивной полимерии признак проявляется при наличии хотя бы одного из доминантных аллелей полимерных генов. Количество доминантных аллелей не влияет на степень выраженности признака. Расщепление по фенотипу происходит в соотношении 15: 1.

## 6. Генетика пола

### Наследование признаков, сцепленных с полом

Пол организма – это совокупность признаков и анатомических структур, обеспечивающих половой путь размножения и передачу наследственной информации.

В определении пола будущей особи ведущую роль играет хромосомный аппарат зиготы бикариотип. Различают хромосомы, одинаковые для обоих полов – аутосомы, и половые хромосомы.

В кариотипе человека содержится 44 аутосомы и 2 половых хромосомы – X и Y. За развитие женского пола у человека отвечают две X-хромосомы, т. е. женский пол гомогаметен. Развитие мужского пола определяется наличием X- и Y-хромосом, т. е. мужской пол гетерогаметен.

### Признаки, сцепленные с полом

Это признаки, которые кодируются генами, находящимися на половых хромосомах. У человека признаки, кодируемые генами X-хромосомы, могут проявляться у представителей обоих полов, а кодируемые генами Y-хромосомы – только у мужчин.

Следует иметь в виду, что в мужском генотипе только одна X-хромосома, которая почти не содержит участков, гомологичных с Y-хромосомой, поэтому все локализованные в X-хромосоме гены, в том числе и рецессивные, проявляются в фенотипе в первом же поколении.

В половых хромосомах содержатся гены, регулирующие проявление не только половых признаков. X-хромосома имеет гены, отвечающие за свертываемость крови, цветовое восприятие, синтез ряда ферментов. В Y-хромосоме содержится ряд генов, контролирующих признаки, наследуемые по мужской линии (голандрические признаки): волосистость ушной раковины, наличие кожной перепонки между пальцами и др. Известно очень мало генов, общих для X- и Y-хромосом.

Различают X-сцепленное и Y-сцепленное (голандрическое) наследование.

### X-сцепленное наследование

Так как X-хромосома присутствует в кариотипе каждого человека, то и признаки, наследуемые сцеплено с X-хромосомой, проявляются у представителей обоих полов.

Женщины получают эти гены от обоих родителей и через свои гаметы передают их потомкам. Мужчины получают X-хромосому от матери и передают ее своему потомству женского пола.

Различают X-сцепленное доминантное и X-сцепленное рецессивное наследование. У человека X-сцепленный доминантный признак передается матерью всему потомству. Мужчина передает свой X-сцепленный доминантный признак лишь своим дочерям. X-сцепленный рецессивный признак у женщин проявляется лишь при получении ими соответствующего аллеля от обоих родителей. У мужчин он развивается при получении рецессивного аллеля от матери. Женщины передают рецессивный аллель потомкам обоих полов, а мужчины – только дочерям.

При X-сцепленном наследовании возможен промежуточный характер проявления признака у гетерозигот.

Y-сцепленные гены присутствуют в генотипе только мужчин и передаются из поколения в поколение от отца к сыну.

## **7. Наследственность и изменчивость**

### **Виды изменчивости**

Изменчивость – это свойство живых организмов существовать в различных формах (вариантах). Виды изменчивости

Различают наследственную и ненаследственную изменчивость.

Наследственная (генотипическая) изменчивость связана с изменением самого генетического материала. Ненаследственная (фенотипическая, модификационная) изменчивость – это способность организмов изменять свой фенотип под влиянием различных факторов. Причиной модификационной изменчивости являются изменения внешней среды обитания организма или его внутренней среды.

#### **Норма реакции**

Это границы фенотипической изменчивости признака, возникающей под действием факторов внешней среды. Норма реакции определяется генами организма, поэтому норма реакции по одному и тому же признаку у разных индивидов различна. Размах нормы реакции различных признаков также варьирует. Те организмы, у которых норма реакции шире по данному признаку, обладают более высокими адаптивными возможностями в определенных условиях среды, т. е. модификационная изменчивость в большинстве случаев носит адаптивный характер, и большинство изменений, возникших в организме при воздействии определенных факторов внешней среды, являются полезными. Однако фенотипические изменения иногда утрачивают приспособительный характер. Если фенотипическая изменчивость клинически сходна с наследственным заболеванием, то такие изменения

называются фенкопией.

Комбинативная изменчивость

Связана с новым сочетанием неизменных генов родителей в генотипах потомства.

Факторы комбинативной изменчивости.

1. Независимое и случайное расхождение гомологичных хромосом в анафазе I мейоза.
2. Кроссинговер.
3. Случайное сочетание гамет при оплодотворении.
4. Случайный подбор родительских организмов. Мутации

Это редкие, случайно возникшие стойкие изменения генотипа, затрагивающие весь геном, целые хромосомы, части хромосом или отдельные гены. Они возникают под действием мутагенных факторов физического, химического или биологического происхождения.

Мутации бывают:

- 1) спонтанные и индуцированные;
- 2) вредные, полезные и нейтральные;
- 3) соматические и генеративные;
- 4) генные, хромосомные и геномные.

Спонтанные мутации – это мутации, возникшие ненаправленно, под действием неизвестного мутагена.

Индукцированные мутации – это мутации, вызванные искусственно действием известного мутагена.

Хромосомные мутации – это изменения структуры хромосом в процессе клеточного деления. Различают следующие виды хромосомных мутаций.

1. Дупликация – удвоение участка хромосомы за счет неравного кроссинговера.
2. Делеция – потеря участка хромосомы.
3. Инверсия – поворот участка хромосомы на  $180^\circ$ .
4. Транслокация – перемещение участка хромосомы на другую хромосому.

Геномные мутации – это изменение числа хромосом. Виды геномных мутаций.

1. Полиплоидия – изменение числа гаплоидных наборов хромосом в кариотипе. Под кариотипом понимают число, форму и количество хромосом, характерные для данного вида. Различают нуллисомию (отсутствие двух гомологичных хромосом), моносомию (отсутствие одной из гомологичных хромосом) и поли-сомию (наличие двух и более лишних хромосом).

## 8. Гетероплоидия – изменение числа отдельных хромосом в кариотипе

Генные мутации встречаются наиболее часто. Причины генных мутаций:

- 1) выпадение нуклеотида;

2) вставка лишнего нуклеотида (эта и предыдущая причины приводят к сдвигу рамки считывания);

3) замена одного нуклеотида на другой.

## 2. Сцепление генов и кроссинговер

Гены, локализованные в одной хромосоме, образуют группу сцепления и наследуются, как правило, вместе.

Число групп сцепления у диплоидных организмов равно гаплоидному набору хромосом. У женщин – 23 группы сцепления, у мужчин – 24.

Сцепление генов, расположенных в одной хромосоме, может быть полным и неполным. Полное сцепление генов, т. е. совместное наследование, возможно при отсутствии процесса кроссинговера. Это характерно для генов половых хромосом, гетеро-гаметных по половым хромосомам организмов (ХУ, ХО), а также для генов, расположенных рядом с центромерой хромосомы, где кроссинговер практически никогда не происходит.

В большинстве случаев гены, локализованные в одной хромосоме, сцеплены не полностью, и в профазе I мейоза происходит обмен идентичными участками между гомологичными хромосомами. В результате кроссинговера аллельные гены, бывшие в составе групп сцепления у родительских особей, разделяются и формируют новые сочетания, попадающие в гаметы. Происходит рекомбинация генов.

Гаметы и зиготы, содержащие рекомбинации сцепленных генов, называют кроссоверными. Зная число кроссоверных гамет и общее количество гамет данной особи, можно вычислить частоту кроссинговера в процентах по формуле: отношение числа кроссоверных гамет (особей) к общему числу гамет (особей) умножить на 100 %.

По проценту кроссинговера между двумя генами можно определить расстояние между ними. За единицу расстояния между генами – морганиду – условно принят 1 % кроссинговера.

Частота кроссинговера говорит и о силе сцепления между генами. Сила сцепления между двумя генами равна разности между 100 % и процентом кроссинговера между этими генами.

Генетическая карта хромосомы – это схема взаимного расположения генов, находящихся в одной группе сцепления. Определение групп сцепления и расстояний между генами не является конечным этапом построения генетической карты хромосомы, поскольку необходимо установить также соответствие изучаемой группы сцепления определенной хромосоме. Определение группы сцепления осуществляется гибринологическим методом, т. е. путем изучения результатов скрещивания, а исследование хромосом – цитологическим методом с проведением микроскопического исследования препаратов. Для определения

соответствия данной группы сцепления конкретной хромосоме применяют хромосомы с измененной структурой. Выполняют стандартный анализ дигибридного скрещивания, в котором один исследуемый признак кодируется геном, локализованным на хромосоме с измененной структурой, а второй – геном, локализованным на любой другой хромосоме. В случае если наблюдается сцепленное наследование этих двух признаков, можно говорить о связи данной хромосомы с определенной группой сцепления.

Анализ генетических и цитологических карт позволил сформулировать основные положения хромосомной теории наследственности.

1. Каждый ген имеет определенное постоянное место (локус) в хромосоме.
2. Гены в хромосомах располагаются в определенной линейной последовательности.
3. Частота кроссинговера между генами прямо пропорциональна расстоянию между ними и обратно пропорциональна силе сцепления.

## 9. Методы изучения наследственности человека Генеалогический метод

Генеалогический метод, или метод анализа родословных, включает следующие этапы:

1. Сбор сведений у пробанда о наличии или отсутствии анализируемого признака (чаще заболевания) у его родственников и составление легенды о каждом из них (словесного описания). Для более точного результата необходимо собрать сведения о родственниках в трех-четырёх поколениях.

2. Графическое изображение родословной с использованием условных обозначений. Каждый родственник пробанда получает свой шифр.

3. Анализ родословной, решающий следующие задачи:

1) определение группы заболеваний, к которой относится исследуемая болезнь (наследственной, мультифакториальной или группы фенкопий);

2) определение типа и варианта наследования;

3) определение вероятности проявления заболевания у пробанда и других родственников.

### Цитогенетические методы

Цитологические методы связаны с проведением окрашивания цитологического материала и последующей микроскопией. Они позволяют определить нарушения структуры и числа хромосом. В эту группу методов входят:

1) метод определения X-хроматина интерфазных хромосом путем окрашивания нефлюоресцентными или флюоресцентными красителями;

2) метод определения Y-хроматина интерфазных хромосом окрашиванием флюоресцентными красителями;

3) рутинный метод окрашивания метафазных хромосом для определения количества

и групповой принадлежности хромосом, идентификации 1, 2, 3, 9, 16 хромосом и Y-хромосомы;

4) метод дифференциального окрашивания метафазных хромосом для идентификации всех хромосом по особенностям поперечной исчерченности. В этом методе чаще всего для микроскопии используются лимфоциты, фибробласты, клетки костного мозга, половые клетки, клетки волосяной луковицы. Биохимические методы

В эту группу входят методы, применяемые в основном при дифференциальной диагностике наследственных нарушений обмена веществ при известном дефекте первичного биохимического продукта данного гена.

Все биохимические методы делят на качественные, количественные и полуколичественные. Для исследования берутся кровь, моча или амниотическая жидкость.

Качественные методы более простые, недорогие и менее трудоемкие, поэтому применяются для массового скрининга (например, исследование новорожденных в роддоме на фенилкетонурию).

Количественные методы более точные, но и более трудоемкие и дорогостоящие. Поэтому их применяют лишь по специальным показаниям и в случаях, когда скрининг, проведенный качественными методами, дал положительный результат.

Показания для применения биохимических методов:

- 1) умственная отсталость неясной этиологии;
- 2) снижение зрения и слуха;
- 3) непереносимость некоторых пищевых продуктов;
- 4) судорожный синдром, повышенный или пониженный тонус мышц.

ДНК-диагностика

Это наиболее точный метод диагностики моногенных наследственных заболеваний.

Преимущества метода:

- 1) позволяет определить причину заболевания на генетическом уровне;
- 2) выявляет минимальные нарушения структуры ДНК;
- 3) малоинвазивен;
- 4) не требует повторения.

В основе метода лежит увеличение копий фрагментов ДНК различными способами.

Близнецовый метод

Применяется в основном для определения относительной роли наследственности и факторов окружающей среды в возникновении того или иного заболевания. При этом изучаются монозиготные и дизиготные близнецы.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому  
комплексу  
С.А. Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

### СОО.01.10 БИОЛОГИЯ

Направление подготовки / специальность  
**20.02.04 Пожарная безопасность**

Направленность (профиль)  
**Противопожарная профилактика**

программа подготовки специалистов среднего звена  
на базе основного общего образования

форма обучения: очная

год набора: 2023

Автор: Шайхутдинова М.М.

Одобрена на заседании кафедры

Геологии и защиты в чрезвычайных  
ситуациях

(название кафедры)

Зав.кафедрой

(подпись)

Стороженко Л.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 02.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической  
комиссией факультета

Горно-технологический

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ЛЕКЦИЯ № 1. Структура и функции биосферы .....</b>	<b>4</b>
1. Понятие о ноосфере. Воздействие человека на биосферу .....	4
2. Паразитизм как экологический феномен .....	5
<b>ЛЕКЦИЯ № 2. Общая характеристика простейших (Protozoa).....</b>	<b>7</b>
1. Обзор строения простейших .....	7
2. Особенности жизнедеятельности простейших.....	7
<b>ЛЕКЦИЯ № 3. Многообразие простейших.....</b>	<b>9</b>
1. Общая характеристика класса Саркодовые (корненожки) .....	9
2. Патогенные амебы.....	10
3. Общая характеристика класса жгутиконосцы.....	11
<b>ЛЕКЦИЯ № 4. Патогенные жгутиконосцы .....</b>	<b>12</b>
1. Трихомонады ( <i>Trichomonas vaginalis</i> ) и <i>T. hominis</i> .....	12
2. Лямблия ( <i>Lamblia intestinalis</i> ).....	13
3. Лейшмании ( <i>Leishmaniae</i> ) .....	14
4. Трипаносомы ( <i>Trypanosoma</i> ).....	15
5. Общая характеристика класса Споровики.....	16
6. Токсоплазмоз: возбудитель, характеристика, цикл развития, профилактика.....	17
7. Малярийный плазмодий: морфология, цикл развития .....	17
<b>ЛЕКЦИЯ № 5. Класс Инфузории (ресничные).....</b>	<b>20</b>
1. Обзор строения инфузорий .....	20
2. Балантидий ( <i>Balantidium coli</i> ) .....	21
<b>ЛЕКЦИЯ № 6. Тип Плоские черви (Plathelminthes).....</b>	<b>22</b>
1. Характерные черты организации.....	22
2. Класс Сосальщики. Общая характеристика .....	23
3. Класс Сосальщики. Его представители.....	24
4. Общая характеристика класса Ленточные черви.....	27
5. Цепни.....	28
<b>ЛЕКЦИЯ № 7. Тип Круглые черви (Nemathelminthes).....</b>	<b>33</b>

1. Особенности строения .....	33
2. Круглые черви – паразиты человека Аскарида .....	34
<b>ЛЕКЦИЯ № 8. Тип Членистоногие.....</b>	<b>40</b>
1. Разнообразие и морфология членистоногих.....	40
2. Клещи .....	41
3. Клещи – обитатели жилища человека .....	42
4. Семейство Иксодовые клещи.....	43
5. Представители семейства Иксодовые клещи. Морфология, патогенное значение	44
6. Представители семейства Аргазовые клещи. Морфология, цикл развития .....	45
<b>ЛЕКЦИЯ № 9. Класс Насекомые (тип Членистоногие, подтип Трахейнодышащие) .</b>	<b>47</b>
1. Морфология, физиология, систематика .....	47
2. Отряд Вши.....	48
3. Отряд Блохи .....	48
4. Особенности биологии развития комаров рода Anopheles, Aedes, Culex .....	49
<b>ЛЕКЦИЯ № 10. Ядовитые животные.....</b>	<b>51</b>
1. Ядовитые паукообразные .....	51
2. Ядовитые позвоночные.....	52
<b>ЛЕКЦИЯ № 11. Экология.....</b>	<b>53</b>
1. Предмет и задачи экологии .....	53
2. Общая характеристика среды обитания людей. Экологический кризис .....	53

# ЛЕКЦИЯ № 1. Структура и функции биосферы

## 1. Понятие о ноосфере. Воздействие человека на биосферу

Основы учения о биосфере разработал русский ученый В. И. Вернадский.

Биосфера – это оболочка Земли, заселенная живыми организмами, включающая в себя часть литосферы, гидросферу и часть атмосферы.

Атмосфера как часть биосферы представляет собой слой толщиной от 2–3 до 10 км (для спор грибов и бактерий) над поверхностью Земли. Лимитирующим фактором для распространения живых организмов в атмосфере является распределение кислорода и уровень ультрафиолетового излучения. Микроорганизмов, для которых воздух был бы основной средой обитания, не существует. Они заносятся в атмосферу из почвы, воды и т. д.

Литосфера заселена живыми организмами на значительную глубину, но наибольшее их количество сосредоточено в поверхностном слое почвы. Ограничивают распространение живых организмов количество кислорода, света, давление и температура.

Гидросфера заселена живыми существами на глубину более 11 000 м.

Гидробионты обитают как в пресной, так и в соленой воде и по месту обитания делятся на 3 группы:

- 1) планктон – организмы, живущие на поверхности водоемов и пассивно передвигающиеся за счет движения воды;
- 2) нектон – активно передвигающиеся в толще воды;
- 3) бентос – организмы, обитающие на дне водоемов или зарывающиеся в ил. Лимитирующим фактором является свет (для растений).

Круговорот веществ в природе между живой и неживой материей – одна из наиболее характерных особенностей биосферы. Биологический круговорот – это биогенная миграция атомов из окружающей среды в организмы и из организмов в окружающую среду. Биомасса выполняет и другие функции:

- 1) газовая – постоянный газообмен с внешней средой за счет дыхания живых организмов и фотосинтеза растений;
- 2) концентрационная – постоянная биогенная миграция атомов в живые организмы, а после их отмирания – в неживую природу;
- 3) окислительно-восстановительная – обмен веществом и энергией с внешней средой. При диссимилиации окисляются органические вещества, при ассимиляции используется энергия АТФ;

- 4) биохимическая – химические превращения веществ, составляющие основу жизнедеятельности организма. Термин «ноосфера» введен В. И. Вернадским в начале XX в.

Первоначально ноосфера представлялась как «мыслящая оболочка Земли» (от гр. *νοσς* – «ум»). В настоящее время под ноосферой понимают биосферу, преобразованную трудом и научной мыслью человека.

В идеале ноосфера подразумевает новый этап развития биосферы, в основе которого лежит разумное регулирование взаимоотношений человека и природы.

Однако в данный момент человек воздействует на биосферу в большинстве случаев губительно. Неразумная хозяйственная деятельность человека привела к появлению глобальных проблем, среди которых:

- 1) изменение состояния атмосферы в виде появления парникового эффекта и озонового кризиса;
- 2) уменьшение площади Земли, занятой лесами;
- 3) опустынивание земель;
- 4) уменьшение видового разнообразия;

- 5) загрязнение океанических и пресных вод, а также суши промышленными и сельскохозяйственными отходами;
- 6) непрерывный рост численности населения.

## 2. Паразитизм как экологический феномен

Паразитизм – это универсальное, широко распространенное в живой природе явление, состоящее в использовании одного организма другим в качестве источника питания. При этом паразит причиняет хозяину вред вплоть до гибели.

Пути возникновения паразитизма.

1. Переход свободноживущих форм (хищников) к эктопаразитизму при увеличении времени возможного существования без пищи и времени контакта с жертвой.
2. Переход от комменсализма (сотрапезничества, нахлебничества, ситуации, когда хозяин служит лишь средой обитания) к эндо-паразитизму в случае использования комменсалами не только отходов, но части пищевого рациона хозяина и даже его тканей.
3. Первичный эндопаразитизм в результате случайного, часто неоднократного заноса в пищеварительную систему хозяина яиц и цист паразитов.

Особенности среды обитания паразитов.

1. Постоянный и благоприятный уровень температуры и влажности.
2. Обилие пищи.
3. Защита от неблагоприятных факторов.
4. Агрессивный химический состав среды обитания (пищеварительные соки). Особенности паразитов.
  1. Наличие двух сред обитания: среда первого порядка – организм хозяина, среда второго порядка – внешняя среда.
  2. Паразит имеет меньшие размеры тела и меньшую продолжительность жизни по сравнению с хозяином.
  3. Паразиты отличаются высокой способностью к размножению, обусловленной обилием пищи.
  4. Количество паразитов в организме хозяина может быть очень велико.
5. Паразитический образ жизни является их видовой особенностью. Классификация паразитов

В зависимости от времени, проводимом на хозяине, паразиты могут быть постоянные, если никогда не встречаются в свободноживущем состоянии (вши, чесоточные зудни, малярийный плазмодий), и временные, если связаны с хозяином только во время приема пищи (комары, клопы, блохи).

По обязательности паразитического образа жизни паразиты бывают облигатные, если паразитический образ жизни – их неперенная видовая особенность (например, гельминты), и факультативные, способные вести непаразитический образ жизни (многие паразиты растений).

По месту обитания на хозяине паразиты делятся на эктопаразитов, живущих на поверхности организма хозяина (человеческая вошь, комары, москиты, слепни), внутрикожных паразитов, обитающих в толще кожных покровов хозяина (чесоточный зудень), полостных паразитов, обитающих в полостях различных органов хозяина, сообщающихся с внешней средой (бычий и свиной цепни) и собственно эндопаразитов, обитающих во внутренних органах организма хозяина, клетках и плазме крови (эхинококк, трихинелла, малярийный плазмодий).

В дикой природе паразиты регулируют численность особей в популяциях хозяина. Особенности жизнедеятельности паразитов

Жизненный цикл паразитов может быть простым и сложным. Простой цикл развития происходит без участия промежуточного хозяина, он характерен для эктопаразитов, простейших, некоторых геогельминтов. Сложный жизненный цикл

характерен для паразитов, имеющих не менее чем одного промежуточного хозяина (широкий лентец).

Расселение паразита осуществляется в течение всей его жизни. Неактивная покоящаяся стадия развития обеспечивает продолжение существования паразита во времени, активная подвижная стадия – расселение в пространстве.

В целом, хозяин – это существо, организм которого является временным или постоянным местообитанием и источником питания паразита. Один и тот же вид хозяина может быть местообитанием и источником питания для нескольких видов паразитов.

Для паразитов характерна смена хозяев, связанная с размножением или с развитием паразита. У многих паразитов имеется несколько хозяев. Окончательный (дефинитивный) хозяин – это вид, в котором паразит находится во взрослом состоянии и размножается половым путем.

Промежуточных хозяев может быть один и более. Это виды, в которых паразит находится на личиночной стадии развития, а если размножается, то, как правило, бесполом путем.

Резервуарный хозяин – это хозяин, в организме которого паразит сохраняет свою жизнеспособность, и где происходит накопление паразита.

Человек является идеальным хозяином для паразита, потому что: 1) человек представлен многочисленными, повсеместно расселенными популяциями;

- 2) человек постоянно соприкасается с природными очагами болезней диких животных;
- 3) человек нередко живет в условиях перенаселения, что облегчает передачу паразита;
- 4) человек контактирует со многими видами животных;
- 5) человек всеяден.

Механизмы передачи паразита: фекально-оральный, воздушно-капельный, трансмиссивный, контактный.

Наиболее часто встречающимися у человека паразитами являются разнообразные черви

– гельминты, вызывающие заболевания группы гельминтозов. Различают био-, геогельминтозы и контактные гельминтозы.

Биогельминтозы – это заболевания, передача которых человеку происходит с участием животных, в чьем организме развивается возбудитель (эхинококкоз, альвеококкоз, тениоз, тениаринхоз, дифиллоботриоз, описторхоз, трихинеллез).

Геогельминтозы – это болезни, передача которых человеку происходит через элементы внешней среды, где развиваются личиночные стадии паразита (аскаридоз, трихоцефалез, некатороз).

Контактные гельминтозы характеризуются передачей паразита непосредственно от больного или через окружающие его предметы (энтеробиоз, гименолепидоз).

## ЛЕКЦИЯ № 2. Общая характеристика простейших (Protozoa)

### 1. Обзор строения простейших

Этот тип представлен одноклеточными организмами, тело которых состоит из цитоплазмы и одного или нескольких ядер. Клетка простейшего – это самостоятельная особь, проявляющая все основные свойства живой материи. Она выполняет функции всего организма, тогда как клетки многоклеточных составляют лишь часть организма, каждая клетка зависит от многих других.

Принято считать, что одноклеточные существа более примитивны, нежели многоклеточные. Однако, поскольку все тело одноклеточных по определению состоит из одной клетки, эта клетка должна уметь делать все: и питаться, и двигаться, и нападать, и спасаться от врагов, и переживать неблагоприятные условия среды, и размножаться, и избавляться от продуктов обмена, и защищаться от высыхания и от чрезмерного проникновения воды внутрь клетки.

Многоклеточный организм тоже все это умеет, но каждая его клетка, взятая в отдельности, хорошо умеет делать только что-нибудь одно. В этом смысле клетка простейшего – отнюдь не примитивнее клетки многоклеточного организма.

Большинство представителей класса имеет микроскопические размеры – 3—150 мкм. Только наиболее крупные представители вида (раковинные корненожки) достигают 2–3 см в диаметре.

Известно около 100 000. видов простейших. Среда их обитания – вода, почва, организм хозяина (для паразитических форм).

Строение тела простейшего типично для эукариотической клетки. Имеются органеллы общего (митохондрии, рибосомы, клеточный центр, ЭПС и др.) и специального назначения. К последним относятся органы движения: ложноножки, или псевдоподии (временные выросты цитоплазмы), жгутики, реснички, пищеварительные и сократительные вакуоли. Органоиды общего значения присущи всем эукариотическим клеткам.

Органоиды пищеварения – пищеварительные вакуоли с пищеварительными ферментами (сходны по происхождению с лизосомами). Питание происходит путем пино – или фагоцитоза. Непереваренные остатки выбрасываются наружу. Некоторые простейшие имеют хлоропласты и питаются за счет фотосинтеза.

Пресноводные простейшие имеют органы осморегуляции – сократительные вакуоли, которые периодически выделяют во внешнюю среду излишки жидкости и продукты диссимиляции.

Большинство простейших имеет одно ядро, но есть представители с несколькими ядрами. Ядра некоторых простейших характеризуются полиплоидностью.

Цитоплазма неоднородна. Она подразделяется на более светлый и гомогенный наружный слой, или эктоплазму, и зернистый внутренний слой, или эндоплазму. Наружные покровы представлены либо цитоплазматической мембраной (у амёбы), либо пелликулой (у эвглены). Фораминиферы и солнечники, обитатели моря, имеют минеральную, или органическую, раковину.

### 2. Особенности жизнедеятельности простейших

подавляющее большинство простейших – гетеротрофы. Их пищей могут служить бактерии, детрит, соки и кровь организма хозяина (для паразитов). Непереваренные остатки удаляются через порошицу (специальное, постоянно существующее отверстие (у инфузорий)) или через любое место клетки (у амёбы). Через сократительные вакуоли осуществляется осмотическая регуляция, удаляются продукты обмена.

Дыхание, т. е. газообмен, происходит через всю поверхность клетки.

Раздражимость представлена таксисами (двигательными реакциями). Встречаются фототаксис, хемотаксис и др. Размножение простейших

Бесполое – митозом ядра и делением клетки надвое (у амебы, эвглены, инфузории), а также путем шизогонии – многократного деления (у споровиков).

Половое – копуляция. Клетка простейшего становится функциональной гаметой; в результате слияния гамет образуется зигота.

Для инфузорий характерен половой процесс – конъюгация. Он заключается в том, что клетки обмениваются генетической информацией, но увеличения числа особей не происходит.

Многие простейшие способны существовать в двух формах – трофозои (вегетативной формы, способной к активному питанию и передвижению) и цисты, которая образуется при неблагоприятных условиях. Клетка обездвигивается, обезвоживается, покрывается плотной оболочкой, обмен веществ резко замедляется. В такой форме простейшие легко переносятся на большие расстояния животными, ветром и расселяются. При попадании в благоприятные условия обитания происходит эксцистирование, клетка начинает функционировать в состоянии трофозои. Таким образом, инцистирование не является способом размножения, но помогает клетке переживать неблагоприятные условия среды.

Для многих представителей типа Protozoa характерно наличие жизненного цикла, состоящего в закономерном чередовании жизненных форм. Как правило, происходит смена поколений с бесполом и половым размножением. Образование цисты не является частью закономерного жизненного цикла.

Время генерации для простейших составляет 6—24 ч. Это означает, что, попав в организм хозяина, клетки начинают размножаться по экспоненте и теоретически могут привести его к гибели. Однако этого не происходит, так как вступают в силу защитные механизмы организма хозяина.

Заболевания, вызываемые простейшими, называются прото-зойными. Раздел медицинской паразитологии, изучающий эти заболевания и их возбудителей, носит название протозоологии.

Медицинское значение имеют представители простейших, относящиеся к классам саркодовые, жгутиковые, инфузории и споровики.



## ЛЕКЦИЯ № 3. Многообразие простейших

### 1. Общая характеристика класса Саркодовые (корненожки)

Представители этого класса – самые примитивные из простейших. Основная характерная черта саркодовых – способность образовывать ложноножки (псевдоподии), которые служат для захвата пищи и передвижения. В связи с этим саркодовые не имеют постоянной формы тела, их наружный покров – тонкая плазматическая мембрана.

#### Свободноживущие амёбы

Известно более 10 000 саркодовых. Обитают они в морях, пресноводных водоемах и в почве (около 80 %). Ряд видов перешел к паразитическому и комменсальному образу жизни. Медицинское значение имеют представители отряда амёб (*Amoebina*).

Типичный представитель класса – пресноводная амёба (*Amoeba proteus*) обитает в пресных водоемах, лужах, небольших прудах. Передвигается амёба с помощью псевдоподий, которые образуются при переходе части цитоплазмы из состояния геля в золь. Питание осуществляется при заглатывании амёбой водорослей или частиц органических веществ, переваривание которых происходит в пищеварительных вакуолях. Размножается амёба только бесполом путем. Сначала делению подвергается ядро (митоз), а затем делится цитоплазма. Тело пронизано порами, через которые выпячиваются псевдоподии.

#### Паразитические амёбы

Обитают в организме человека в основном в пищеварительной системе. Некоторые саркодовые, живущие свободно в почве или загрязненной воде, при попадании в организм человека могут вызывать серьезные отравления, иногда заканчивающиеся смертью.

К обитанию в кишечнике человека приспособилось несколько видов амёб.

Дизентерийная амёба (*Entamoeba histolytica*) – возбудитель амёбной дизентерии (амебиаза). Это заболевание распространено повсеместно в странах с жарким климатом. Внедряясь в стенку кишечника, амёбы вызывают образование кровотокающих язв. Из симптомов характерен частый жидкий стул с примесью крови. Заболевание может закончиться смертью. Следует помнить, что возможно бессимптомное носительство цист амёбы.

Такая форма болезни также подлежит обязательному лечению, поскольку носители опасны для окружающих.

Кишечная амёба (*Entamoeba coli*) – непатогенная форма, нормальный симбионт толстого кишечника человека. Морфологически сходна с дизентерийной амёбой, но не оказывает столь пагубного действия. Является типичным комменсалом. Это трофо-зоиты размером 20–40 мкм, двигаются медленно. Питается эта амёба бактериями, грибами, а при наличии кишечного кровотечения у человека – и эритроцитами. В отличие от дизентерийной амёбы, не выделяет протеолитических ферментов и в стенку кишечника не проникает. Также способна к образованию цист, но она содержит больше ядер (8 ядер), в отличие от цисты дизентерийной амёбы (4 ядра).

Ротовая амёба (*Entamoeba gingivalis*) – первая амёба, найденная у человека. Обитает в кариозных зубах, зубном налете, на деснах и в криптах небных миндалин более чем у 25 % здоровых людей. При заболеваниях полости рта встречается чаще. Питается бактериями и лейкоцитами. При десневом кровотечении может захватывать и эритроциты. Цист не образует. Патогенное действие неясно.

#### Профилактика.

1. Личная. Соблюдение правил личной гигиены.
2. Общественная. Санитарное благоустройство общественных туалетов, предприятий общественного питания.

## 2. Патогенные амёбы

Дизентерийная амёба (*Entamoeba histolytica*) – представитель класса саркодовые. Обитает в кишечнике человека, является возбудителем кишечного амёбиоза. Заболевание распространено повсеместно, но чаще встречается в странах с жарким и влажным климатом.

Жизненный цикл амёбы включает в себя несколько стадий, отличных по морфологии и физиологии. В кишечнике человека эта амёба обитает в следующих формах: малой вегетативной, крупной вегетативной, тканевой и цисты.

Мелкая вегетативная форма (*forma minuta*) обитает в содержимом кишечника.

Размеры

– 8—20 мкм. Питается бактериями и грибами (элементами микрофлоры кишечника). Это основная форма существования *E. histolytica*, которая не приносит существенного вреда здоровью.

Крупная вегетативная форма (патогенная, *forma magna*) также обитает в содержимом кишечника и гнойном отделяемом язв стенки кишки. Размеры – до 45 мкм. Эта форма приобрела способность выделять протеолитические ферменты, растворяющие стенку кишки и вызывающие образование кровотокающих язв. За счет этого амёба способна проникать довольно глубоко в ткани. Крупная форма имеет четкое разделение цитоплазмы на прозрачную и плотную эктоплазму (наружный слой) и зернистую эндоплазму (внутренний слой). В ней обнаруживают ядро и заглоченные эритроциты, которыми и питается амёба. Крупная форма способна к образованию ложноножек, с помощью которых она энергично передвигается вглубь тканей по мере их разрушения. Крупная форма может также проникать в кровеносные сосуды и с током крови разноситься по органам и системам (печени, легким, головному мозгу), где также вызывает изъязвление и образование абсцессов.

В глубине пораженных тканей располагается тканевая форма. Она несколько мельче крупной вегетативной и не имеет эритроцитов в цитоплазме.

Амёбы способны образовывать округлые цисты. Их характерная особенность – наличие 4 ядер (в отличие от кишечной амёбы, цисты которой содержат 8 ядер). Размеры цист – 8—16 мкм. Цисты обнаруживаются в фекалиях больных людей, а также паразитоносителей, заболевание у которых протекает бессимптомно.

Жизненный цикл паразита. Человек поражается амёбиозом, заглатывая цисты с зараженной водой или пищевыми продуктами. В просвете толстой кишки (где и обитает паразит) происходит 4 последовательных деления, в результате которых образуется 8 клеток, дающих начало мелким вегетативным формам. Если условия существования не благоприятствуют образованию крупных форм, амёбы инцистируются и выводятся наружу с калом.

При благоприятных условиях мелкие вегетативные формы переходят в крупные, которые и вызывают образование язв. Погружаясь в глубь тканей, они переходят в тканевые формы, которые в особо тяжелых случаях проникают в кровоток и разносятся по организму.

Диагностика заболевания. Обнаружение в фекалиях больного человека трофозоитов с заглоченными эритроцитами возможно только в течение 20–30 мин после выделения фекалий. Цисты встречаются при хроническом течении болезни и паразитоносите-льстве.

Необходимо учитывать, что в остром периоде в кале могут обнаруживаться и цисты, и трофозоиты.

### 3. Общая характеристика класса жгутиконосцы

Класс Жгутиконосцы (Flagellata) насчитывает около 6000–8000 представителей. Это наиболее древняя группа простейших. Отличаются от саркодовых постоянной формой тела. Обитают в морских и пресных водах. Паразитические жгутиковые обитают в различных органах человека.

Характерная особенность всех представителей – наличие одного или более жгутиков, которые служат для передвижения. Расположены они преимущественно на переднем конце клетки и представляют собой нитевидные выросты эктоплазмы. Внутри каждого жгутика проходят микрофибриллы, построенные из сократительных белков. Прикрепляется жгутик к базальному тельцу, расположенному в эктоплазме. Основание жгутика всегда связано с кинетосомой, выполняющей энергетическую функцию.

Тело жгутикового простейшего, помимо цитоплазматической мембраны, покрыто снаружи пелликулой – специальной периферической пленкой (производной эктоплазмы). Она и обеспечивает постоянство формы клетки.

Иногда между жгутиком и пелликулой проходит волнообразная цитоплазматическая перепонка – ундулирующая мембрана (специфическая органелла передвижения). Движения жгутика приводят мембрану в волнообразные колебания, которые передаются всей клетке.

Ряд жгутиковых имеет опорную органеллу – аксостиль, который в виде плотного тяжа проходит через всю клетку.

Жгутиковые – гетеротрофы (питаются готовыми веществами). Некоторые способны также к автотрофному питанию и являются миксотрофами (например, эвглена). Для многих свободноживущих представителей характерно заглатывание комочков пищи (голозойное питание), которое происходит при помощи сокращений жгутика. У основания жгутика расположен клеточный рот (цистостома), за которым следует глотка. На ее внутреннем конце формируются пищеварительные вакуоли.

Размножение обычно бесполое, происходящее поперечным делением. Встречается и половой процесс в виде копуляции.

Типичным представителем свободноживущих жгутиковых является эвглена зеленая (*Euglena viridis*). Обитает в загрязненных прудах и лужах. Характерная особенность – наличие специального световоспринимающего органа (стигмы). Длина эвглены около 0,5 мм, форма тела овальная, задний конец заострен. Жгутик один, расположенный на переднем конце. Движение с помощью жгутика напоминает ввинчивание. Ядро находится ближе к заднему концу. Эвглена имеет признаки как растения, так и животного. На свету питание автотрофное за счет хлорофилла, в темноте – гетеротрофное. Такой смешанный тип питания называется миксо-трофным. Эвглена запасает углеводы в виде парамила, близкого по строению к крахмалу. Дыхание эвглены такое же, как у амёбы. Пигмент красного светочувствительного глазка (стигмы) – астаксантин – в растительном царстве не встречается. Размножение бесполое.

Особый интерес представляют колониальные жгутиковые – пандорина, эудорина и вольвокс. На их примере можно проследить историческое развитие полового процесса.

## ЛЕКЦИЯ № 4. Патогенные жгутиконосцы

Медицинское значение имеют те виды жгутиковых, которые паразитируют в теле человека и животных.

Трипаносомы (*Trypanosoma*) являются возбудителями африканской и американской сонных лихорадок. Эти жгутиковые обитают в тканях человеческого тела. Передача их к хозяину осуществляется трансмиссивно, т. е. через переносчиков.

Лейшмании (*Leishmania*) – возбудители лейшманиозов, трансмиссивных заболеваний с природной очаговостью. Переносчики – москиты. Природные резервуары – грызуны, дикие и домашние хищники.

Выделяют три основные формы заболеваний, вызываемых лейшманиями, – кожный, висцеральный и слизисто-кожный лейшманиозы.

Лямблия кишечная (*Lambliа intestinalis*) – единственный вид простейших, обитающий в тонкой кишке. Вызывает лямб-лиоз. Лямблии могут проникать в желчные ходы и печень.

### 1. Трихомонады (*Trichomonas vaginalis*) и *T. hominis*

Это возбудители трихомониаза. Обитают в половых и мочевыводящих путях. Морфологическая характеристика трихомонад

Трихомонады (класс жгутиковые) являются возбудителями заболеваний, называемых трихомониазами. В организме человека обитают кишечная и влагалищная (урогенитальная) трихомонады.

Урогенитальная трихомонада (*Trichomonas vaginalis*) – возбудитель урогенитального трихомониаза. У женщин эта форма обитает во влагалище и шейке матки, у мужчин – в мочеиспускательном канале, мочевом пузыре и предстательной железе. Обнаруживается у 30–40 % женщин и 15 % мужчин. Заболевание распространено повсеместно.

Длина паразита – 15–30 мкм. Форма тела грушевидная. Имеет 4 жгутика, которые расположены на переднем конце тела.

Есть ундулирующая мембрана, которая доходит до середины тела. В середине тела расположен аксостиль, выступающий из клетки на ее заднем конце в виде шипа. Характерную форму имеет ядро: овальное, заостренное с обоих концов, напоминает сливовую косточку. Клетка содержит пищеварительные вакуоли, в которых можно обнаружить лейкоциты, эритроциты и бактерии мочеполовой флоры, которыми питается урогенитальная трихомонада. Цист не образует.

Заражение происходит чаще всего половым путем при незащищенном половом контакте, а также при пользовании общей постелью и предметами личной гигиены: полотенцами, мочалками и пр. Фактором передачи могут послужить и нестерильный гинекологический инструментарий, и перчатки при проведении гинекологического осмотра.

Видимого вреда хозяину этот паразит обычно не приносит, однако вызывает хроническое воспаление в мочеполовых путях. Это происходит за счет тесного контакта возбудителя со слизистыми оболочками. При этом повреждаются клетки эпителия, он слущивается, возникают микровоспалительные очаги и эрозии на поверхности слизистых оболочек.

У мужчин заболевание может спонтанно закончиться выздоровлением через 1–2 месяца после заражения. Женщины болеют дольше (до нескольких лет).

Диагностика. На основании обнаружения вегетативных форм в мазке выделений из мочеполовых путей.

Профилактика – соблюдение правил личной гигиены, применение индивидуальных средств защиты при половых контактах.

Кишечная трихомонада (*Trichomonas hominis*) – небольшой жгутиконосец (длина – 5—15 мкм), обитающий в толстой кишке. Имеет 3–4 жгутика, одно ядро, ундулирующую мембрану и аксостиль. Питается бактериями кишечной флоры. Образование цист не установлено.

Заражение происходит через зараженную трихомонадами пищу и воду. При попадании в кишечник паразит быстро размножается и может вызывать поносы. Встречается и в кишечнике здоровых людей, т. е. возможно носительство.

Диагностика. На основании обнаружения вегетативных форм в кале. Профилактика.

1. Личная. Соблюдение правил личной гигиены, термическая обработка пищи и воды, тщательное мытье овощей и фруктов (особенно загрязненных землей).

2. Общественная. Санитарное обустройство мест общественного пользования, наблюдение за источниками общественного водоснабжения, санитарно-просветительская работа с населением.

## 2. Лямблия (*Lambliа intestinalis*)

Лямблии относятся к классу Жгутиковые. Это единственное простейшее, обитающее в тонком кишечнике человека. Вызывает заболевание, называемое кишечным лямблиозом. Чаще всего им болеют дети младшего возраста.

Обитает в тонком кишечнике, главным образом в двенадцатиперстной кишке, может проникать в желчные протоки (внутри-и внепеченочные), а оттуда – в желчный пузырь и ткань печени. Лямблиоз распространен повсеместно.

Морфология

Размеры паразита – 10–18 мкм. Форма тела напоминает разрезанную пополам грушу. Тело четко разделено на правую и левую половины. В связи с этим все органеллы и ядра парные. Симметрично расположены 2 ядра полулунной формы (в середине тела) и 4 пары жгутиков. В расширенной части расположен присасывательный диск, с помощью которого паразит прикрепляется к ворсинкам тонкого кишечника. Вдоль тела идут 2 тонких аксостилия.

Особенности жизнедеятельности лямблий

Лямблии способны к образованию цист, которые с фекалиями выделяются наружу и таким образом распространяются в окружающей среде. Цисты образуются в нижних отделах тонкого кишечника.

Зрелые цисты имеют овальную форму, содержат 4 ядра и несколько опорных аксостилей. Во внешней среде они довольно устойчивы к неблагоприятным условиям и сохраняют жизнеспособность в течение нескольких недель.

Заражение человека происходит при заглатывании цист, попавших в пищу или питьевую воду.

В тонком кишечнике происходит эксистирирование, образуются вегетативные формы (трофозоиты). С помощью присосок они прикрепляются к ворсинкам тонкой кишки.

Лямблии используют питательные вещества, которые они захватывают с поверхности клеток кишечного эпителия с помощью пиноцитоза. Если в кишечнике находится большое количество лямблий, они способны покрыть довольно большие поверхности кишечного эпителия.

В связи с этим существенно нарушаются процессы пристеночного пищеварения и всасывания пищи. Кроме этого, присутствие лямблий в кишечнике вызывает воспалительные явления. Проникая в желчные ходы, они вызывают воспаление желчного пузыря и нарушают отток желчи.

Лямблии могут встречаться у вполне здоровых внешне людей. Тогда наблюдается бессимптомное носительство. Однако эти люди опасны, так как могут заражать окружающих.

Диагностика. На основании обнаружения цист в фекалиях. Трофозоиты можно обнаружить в содержимом двенадцатиперстной кишки, полученном при фракционном дуоденальном зондировании.

Профилактика.

1. Личная. Соблюдение правил личной гигиены (таких как мытье рук перед едой и после посещения туалета, тщательное мытье фруктов и овощей, термическая обработка пищи и питьевой воды и др.).

2. Общественная. Санитарное благоустройство общественных туалетов, предприятий общественного питания, санитарно-просветительская работа с населением.

### 3. Лейшмании (*Leishmaniae*)

Лейшмании (*Leishmania*) – это простейшие класса жгутиковые. Являются возбудителями лейшманиозов – трансмиссивных заболеваний с природной очаговостью.

Заболевания у человека вызывают несколько видов этого паразита: *L. tropica* – возбудитель кожного лейшманиоза, *L. donovani* – возбудитель висцерального лейшманиоза,

*L. brasiliensis* – возбудитель бразильского лейшманиоза, *L. mexicana* – возбудитель центрально Американской формы заболевания. Все они имеют морфологическое сходство и одинаковые циклы развития.

Существуют в двух формах: жгутиковой (лептомонадной, иначе промастигота) и безжгутиковой (лейшманиальной, иначе амастигота).

Лейшманиальная форма очень мелкая (3–5 мкм), округлая. Жгутика не имеет. Обитает в клетках ретикулоэндотелиальной системы человека и некоторых животных (грызунов, собак). Жгутиковая форма удлинена (до 25 мкм), на переднем конце имеет жгутик. Находится в пищеварительном тракте переносчиков (мелких москитов рода *Phlebotomus*). Эти формы могут также образовываться в искусственных культурах. Природный резервуар – грызуны, дикие и домашние хищники.

Лейшмании широко распространены в странах с тропическим и субтропическим климатом, на всех континентах, где есть москиты.

При кожном лейшманиозе очаги поражения находятся в коже. Это наиболее распространенная форма. Заболевание протекает относительно благоприятно. Вызывается *L. tropica*, *L. mexicana* и некоторыми биоварами *L. brasiliensis*. После укуса москита на открытых частях тела образуются округлые, долго незаживающие язвы. После заживления остаются рубцы. Иммунитет пожизненный. Некоторые формы *L. brasiliensis* могут мигрировать по лимфатическим сосудам, вызывая образование язв далеко от места укуса.

Слизисто-кожная форма вызывается подвидом *L. brasiliensis brasiliensis*. Лейшмании проникают из кожи по кровеносным сосудам в слизистую носоглотки, гортани, мягкого неба, половых органов, вызывают деструктивные изменения в слизистых.

Диагностика

Берут отделяемое из кожной или слизистой язвы и готовят мазки для последующей микроскопии.

Висцеральная форма заболевания вызывается *L. donovani*. Инкубационный период длительный, болезнь начинается через несколько месяцев или лет после заражения. Болеют чаще дети до 12 лет. Заболевание протекает как системная инфекция. Паразиты размножаются в тканевых макрофагах и моноцитах крови. Очень велика интоксикация. Нарушена функция печени, кроветворения. При отсутствии лечения болезнь заканчивается летально.

Диагностика

Получают пунктат красного костного мозга (при пункции грудины) или лимфатических узлов с последующим приготовлением мазка или отпечатка для микроскопии. В окрашенных препаратах находят лейшманиальную форму паразита как

вне-, так и внутриклеточной локализации. В сомнительных случаях производят посев материала на питательные среды, где лейшманиальная форма превращается в жгутиковую, активно движется и обнаруживается при обычном микроскопировании. Используются биологические пробы (например, заражение лабораторных животных).

Профилактика

Борьба с переносчиками (москитами), уничтожение природных резервуаров, профилактические прививки.

#### 4. Трипаносомы (*Trypanosoma*)

Возбудителями трипаносомозов являются трипаносомы (класс жгутиковые). Африканские трипаносомозы (сонные лихорадки) вызывают *Trypanosoma brucei gambiensi* и *T. b. rhodesiense*. Американский трипаносомоз (болезнь Чагаса) вызывает *Trypanosoma cruzi*.

Паразит имеет изогнутое тело, сплющенное в одной плоскости, заостренное с обеих сторон. Размеры – 15–40 мкм. Стадии, обитающие в организме человека, имеют 1 жгутик, ундулирующую мембрану и кинетопласт, расположенный у основания жгутика.

В теле человека и других позвоночных паразит обитает в плазме крови, лимфе, лимфатических узлах, спинномозговой жидкости, веществе головного и спинного мозга, серозных жидкостях.

Заболевание повсеместно распространено по территории всей Африки.

Трипаносомоз, вызываемый этими паразитами, является типичным трансмиссивным заболеванием с природной очаговостью. Возбудитель трипаносомоза развивается со сменой хозяев. Первая часть жизненного цикла проходит в организме переносчика. *Trypanosoma brucei gambiensi* переносится мухами цеце *Glossina palpalis* (обитает вблизи человеческого жилища), *T. b. rhodesiense*, *Glossina morsitans* (в открытых саваннах). Вторая часть жизненного цикла протекает в организме окончательного хозяина, в качестве которого могут выступать крупный и мелкий рогатый скот, человек, свиньи, собаки, носороги, антилопы.

При укусе мухой цеце больного человека трипаносомы попадают в ее желудок. Здесь они размножаются и проходят несколько стадий. Полный цикл развития занимает 20 дней. Мухи, в слюне которых содержатся трипаносомы в инвазионной (метациклической) форме, при укусе могут заразить человека.

Сонная болезнь без лечения может протекать долго (до нескольких лет). У больных наблюдаются прогрессирующая мышечная слабость, истощение, сонливость, депрессия, умственная заторможенность. Возможно самоизлечение, но чаще всего без лечения болезнь заканчивается летально. Трипаносомоз, вызываемый *T. b. Rhodesiense*, протекает более злокачественно и заканчивается летальным исходом через 6–7 месяцев после заражения.

Диагностика

Исследуют мазки крови, спинномозговой жидкости, проводят биопсию лимфатических узлов, в которых видны возбудители.

Профилактика

Борьба с переносчиками, профилактическое лечение здоровых людей в очагах трипаносомозов, делающее организм невосприимчивым к возбудителю.

*Trypanosoma cruzi* – возбудитель американского трипаносомоза (болезни Чагаса). Для возбудителя характерна способность к внутриклеточному обитанию. Размножаются только в клетках миокарда, нейроглии и мышц (в виде безжгутиковых форм), но не в крови.

Переносчики – триатомовые клопы. В их теле трипаносомы размножаются. После укуса клопы испражняются, возбудитель в стадии инвазионности попадает с фекалиями в ранку. Возбудитель обитает в тканях сердца, мозга, мышцах. При этой болезни характерны миокардиты, кровоизлияния в мозговые оболочки, их воспаление.

Диагностика

Обнаружение возбудителя в крови (в остром периоде). При хроническом течении – заражение лабораторных животных.

Профилактика

Та же, что и при африканском трипаносомозе.

## 5. Общая характеристика класса Споровики

Известно около 1400 видов споровиков. Все представители класса являются паразитами (или комменсалами) человека и животных. Многие споровики – внутриклеточные паразиты. Именно эти виды претерпели наиболее глубокую дегенерацию в плане строения: их организация упрощена до минимума. Они не имеют никаких органов выделения и пищеварения. Питание происходит за счет поглощения пищи всей поверхностью тела. Продукты жизнедеятельности также выделяются через всю поверхность мембраны. Органелл дыхания нет. Общими чертами всех представителей класса являются отсутствие у зрелых форм каких-либо органелл движения, а также сложный жизненный цикл. Для споровиков характерны два варианта жизненного цикла – с наличием полового процесса и без него. Первый вариант цикла включает в себя стадии бесполого размножения и полового процесса (в виде копуляции и спорогонии).

Бесполое размножение осуществляется простым делением с помощью митоза или множественным делением (шизогонией). При шизогонии происходит многократное деление ядра без цитокинеза. Затем вся цитоплазма разделяется на части, которые обособляются вокруг новых ядер. Из одной клетки образуется очень много дочерних. Перед половым процессом происходит образование мужских и женских половых клеток – гамет. Они называются гамонтами. Затем разнополюе гаметы сливаются с образованием зиготы. Она одевается плотной оболочкой и превращается в цисту, в которой происходит спорогония – множественное деление с образованием клеток (спорозоитов). Именно на стадии спорозоида паразит и проникает в организм хозяина. Споровики, для которых характерен именно такой цикл развития, обитают в тканях внутренней среды организма человека (например, малярийные плазмодии).

Второй вариант жизненного цикла намного проще и состоит из стадии цисты и трофозоида (активно питающейся и размножающейся формы паразита). Такой цикл развития встречается у споровиков, которые обитают в полостных органах, сообщающихся с внешней средой.

В основном споровики, паразитирующие в организме человека и других позвоночных, обитают в тканях тела. Они могут поражать как человека, так и многих животных (в том числе и диких). Таким образом, это зоо- и антропозоонозные заболевания, профилактика которых представляет собой сложную задачу. Эти заболевания могут передаваться нетрансмиссивно (как токсоплазмы), т. е. не иметь специфического переносчика, или трансмиссивно (как малярийные плазмодии), т. е. через переносчиков.

Диагностика заболеваний, вызываемых простейшими класса Споровики, довольно сложна, так как паразиты могут обитать в различных органах и тканях (в том числе глубоких), что снижает вероятность их обнаружения. Кроме того, выраженность симптомов заболевания невелика, поскольку они не являются строго специфичными.

Токсоплазмы (*Toxoplasma gondii*) – возбудители токсоплазмоза. Человек для этого паразита является промежуточным хозяином, а основные хозяева – это кошки и другие представители семейства Кошачьи.

Малярийные плазмодии (*Plasmodium*) – возбудители малярии. Человек – промежуточный хозяин, окончательный – комары рода *Anopheles*.



## **6. Токсоплазмоз: возбудитель, характеристика, цикл развития, профилактика**

Возбудителем токсоплазмоза является представитель класса Споровики токсоплазма (*Toxoplasma gondii*). Поражает огромное количество видов животных, а также человека.

Паразит, локализованный в клетках, имеет форму полумесяца, один конец которого заострен, а другой закруглен. В центре клетки находится ядро. На заостренном конце имеется структура, похожая на присоску, – коноид. Она служит для фиксации и внедрения в клетки хозяина.

Жизненный цикл типичен для споровиков. Происходит чередование бесполого и полового размножения – шизогонии, гаметогенеза и спорогонии. Окончательными хозяевами паразита являются кошки и другие представители семейства Кошачьи. Они получают возбудителя, поедая мясо больных животных (грызунов, птиц) или зараженное мясо крупных травоядных. В клетках кишечника кошки паразиты сначала размножаются шизогонией, при этом образуется множество дочерних клеток. Далее протекает гаметогенез, образуются гаметы. После их копуляции формируются ооцисты, которые и выделяются во внешнюю среду. Под оболочкой цисты протекает спорогония, образуется множество спорозоитов.

Спороцисты со спорозоидами попадают в организм промежуточного хозяина – человека, птиц, многих млекопитающих и даже некоторых пресмыкающихся.

Попадая в клетки большинства органов, токсоплазмы начинают активно размножаться (множественным делением). В результате под оболочкой одной клетки оказывается огромное количество возбудителей (формируется псевдоциста). При разрушении одной клетки из нее выходит множество возбудителей, которые проникают в другие клетки. Другие группы токсоплазм в клетках хозяина покрываются толстой оболочкой, формируя цисту. В таком состоянии токсоплазмы могут сохраняться долгое время. В окружающую среду они не выделяются. Цикл развития замыкается при поедании кошками зараженного мяса промежуточных хозяев.

В организме больного человека токсоплазмы обнаруживаются в клетках головного мозга, печени, селезенки, в лимфатических узлах и мышцах. Человек как промежуточный хозяин может получить токсоплазмы при употреблении в пищу мяса зараженных животных, через поврежденную кожу и слизистые оболочки при уходе за больными животными, при обработке инфицированных мяса или шкур, трансплацентарно (токсоплазмы способны проходить через здоровую плаценту), при медицинских манипуляциях – переливании донорской крови и ее препаратов, пересадке донорских органов на фоне приема иммунодепрессантов (подавляющих естественные защитные силы организма).

В большинстве случаев наблюдаются бессимптомное паразито-носительство или хроническое течение без характерных симптомов (если паразиты обладают низкой патогенностью). В редких случаях заболевание протекает остро: с подъемом температуры, увеличением периферических лимфатических узлов, появлением сыпи и проявлениями общей интоксикации. Это определяется индивидуальной чувствительностью организма и путями проникновения паразита.

### **Профилактика**

Термическая обработка продуктов питания животного происхождения, санитарный контроль на бойнях и мясокомбинатах, исключение контактов беременных и детей с домашними животными.

## **7. Малярийный плазмодий: морфология, цикл развития**

Малярийные плазмодии относятся к классу *Plasmodium* и являются возбудителями малярии. В организме человека паразитируют следующие виды плазмодиев: *P. vivax* – возбудитель трехдневной малярии, *P. malariae* – возбудитель четырехдневной малярии, *P.*

*falciparum* – возбудитель тропической малярии, *P. ovale* – возбудитель овалемалярии, близкой к трехдневной (встречается только в Центральной Африке). Первые три вида обычны в тропических и субтропических странах. Все виды плазмодиев имеют сходные черты строения и жизненного цикла, отличие имеется лишь в отдельных деталях морфологии и некоторых особенностях цикла.

Жизненный цикл типичен для споровиков и состоит из бесполого размножения (шизогонии), полового процесса и спорогонии.

Малярия – типичное антропонозное трансмиссивное заболевание. Переносчики – комары рода *Anopheles* (они же и окончательные хозяева). Промежуточный хозяин – только человек.

Заражение человека происходит при укусе комара, в слюне которого содержатся плазмодии на стадии спорозонта. Они проникают в кровь, с током которой оказываются в ткани печени. Здесь происходит тканевая (преэритроцитарная) шизогония. Она соответствует инкубационному периоду болезни. В клетках печени из спорозоитов развиваются тканевые шизонты, которые увеличиваются в размерах и начинают делиться шизогонией на тысячи дочерних особей. Клетки печени при этом разрушаются, и в кровь попадают паразиты на стадии мерозоита. Они внедряются в эритроциты, в которых протекает эритроцитарная шизогония. Паразит поглощает гемоглобин клеток крови, растет и размножается шизогонией. При этом каждый плазмодий дает от 8 до 24 мерозоитов. Гемоглобин состоит из неорганической железосодержащей части (гема) и белка (глобина). Пищей паразита служит глобин. Когда пораженный эритроцит лопается, паразит выходит в кровяное русло, в плазму крови попадает гем. Свободный гем – сильнейший яд. Именно его попадание в кровь вызывает страшные приступы малярийной лихорадки. Температура тела больного поднимается так высоко, что в старину заражение малярией использовали как средство лечения сифилиса (испанской чесотки): трепонема не выдерживает таких температур. Развитие плазмодиев в эритроцитах проходит четыре стадии: кольца (тро- фозоита), амебовидного шизонта, фрагментации (образования морулы) и (для части паразитов) образования гаметоцитов. При разрушении эритроцита мерозоиты попадают в плазму крови, а оттуда – в новые эритроциты. Цикл эритроцитарной шизогонии повторяется много раз. Рост трофозоита в эритроците занимает время, постоянное для каждого вида плазмодиев. Приступ лихорадки приурочен к выходу паразитов в плазму крови и повторяется каждые 3 либо 4 дня, хотя при длительно текущем заболевании чередование периодов может быть нечетким.

Из части мерозоитов в эритроцитах образуются незрелые гамонты, которые являются инвазивной стадией для комара. При укусе комаром больного человека гамонты попадают в желудок комара, где из них образуются зрелые гаметы. После оплодотворения образуется подвижная зигота (оокинета), которая проникает под эпителий желудка комара. Здесь она увеличивается в размерах, покрывается плотной оболочкой, формируется ооциста. Внутри нее происходит множественное деление, при котором образуется огромное количество спорозоитов. Затем оболочка ооцисты лопается, плазмодии с током крови проникают во все ткани комара. Больше всего их скапливается в его слюнных железах. Поэтому при укусе комара спорозоиты могут проникнуть в организм человека.

Таким образом, у человека плазмодий размножается только бесполом путем – шизогонией. Человек – это промежуточный хозяин для паразита. В организме комара протекает половой процесс – образование зиготы, образуется множество спорозоитов (идет спорогония). Комар – это окончательный хозяин, он же и переносчик.

Малярия: патогенное значение, диагностика, профилактика.

Малярия – это тяжелое заболевание, которое характеризуется периодическими изнурительными приступами лихорадки с ознобами и проливным потом. При выходе большого количества меро-зоитов из эритроцитов в плазму крови выбрасываются много токсических продуктов жизнедеятельности самого паразита и продукты распада

гемоглобина, которым питается плазмодий. При воздействии их на организм возникает выраженная интоксикация, что проявляется в резком приступообразном повышении температуры тела, появлении озноба, головных и мышечных болей, резкой слабости. Температура может достигать значительных отметок (40–41 °С). Эти приступы возникают остро и длятся в среднем 1,5–2 ч. Вслед за этим появляются жажда, сухость во рту, чувство жара. Через несколько часов температура снижается до нормальных цифр, все симптомы купируются, больные засыпают. В целом весь приступ продолжается от 6 до 12 ч. Имеются различия в промежутках между приступами при различных типах малярии. При трехдневной и овале-малярии приступы повторяются через каждые 48 ч. Их количество может достигать 10–15, после чего они прекращаются, так как в организме начинают вырабатываться антитела против возбудителя. Паразиты в крови еще могут обнаруживаться, поэтому человек становится паразито-носителем и представляет опасность для окружающих.

При малярии, вызываемой *P. malariae*, промежутки между приступами составляют 72 ч.

Часто встречается бессимптомное носительство.

При тропической малярии в начале заболевания промежутки между приступами могут быть различными, но затем повторяются каждые 24 ч. При этом виде малярии велика опасность летального исхода из-за возникновения осложнений со стороны центральной нервной системы или почек. Особенно опасна тропическая малярия для представителей европеоидной расы.

Человек может заразиться малярией не только при укусе инфицированного комара. Заражение возможно также при гемотрансфузии (переливании) зараженной донорской крови. Наиболее часто этот способ заражения встречается при четырехдневной малярии, так как при этом шизонтов в эритроцитах мало, они могут не обнаруживаться при исследовании крови доноров.

**Диагностика**

Возможна только в период эритроцитарной шизогонии, когда в крови можно выявить возбудителя. Плазмодий, недавно проникший в эритроцит, имеет вид кольца. Цитоплазма в нем в виде ободка окружает крупную вакуоль. Ядро смещено к краю.

Постепенно паразит растет, у него появляются ложноножки (у амебовидного шизонта).

Он занимает почти весь эритроцит. Далее происходит фрагментация шизонта: в деформированном эритроците обнаруживается множество мерозоитов, в каждом из которых содержится ядро. Кроме бесполой формы, в эритроцитах также можно найти гаметоциты. Они более крупные, не имеют ложноножек и вакуолей.

**Профилактика**

Выявление и лечение всех больных малярией (ликвидация источника инвазии комара) и уничтожение комаров (ликвидация переносчиков) с помощью специальных инсектицидов и мелиоративных работ (осушения болот).

При поездке в районы, неблагоприятные по малярии, следует профилактически принимать противомаларийные препараты, предохраняться от укусов комаров (использовать противомоскитные сетки, наносить отпугивающие средства на кожу).

## ЛЕКЦИЯ № 5. Класс Инфузории (ресничные)

Известно около 6000 видов, относящихся к классу Инфузорий. Большинство представителей – это обитатели морских и пресных водоемов, некоторые обитают во влажной почве или песке. Многие виды являются паразитами человека и животных.

### 1. Обзор строения инфузорий

Инфузории – это наиболее сложно устроенные простейшие. Они имеют многочисленные органоиды движения – реснички, которые сплошь покрывают все тело животного. Они значительно короче жгутиков и представляют собой полимеризованные жгутики. Количество ресничек может быть очень велико. У разных видов реснички могут иметься только на ранних этапах развития, а у других – сохраняться на всю жизнь. При электронной микроскопии выяснено, что каждая ресничка состоит из определенного количества волоконцев (микротрубочек). В основе каждой реснички лежит базальное тельце, которое расположено в прозрачной эктоплазме.

Другая особенность: каждая особь имеет не менее двух ядер – большого (макронуклеуса) и малого (микронуклеуса). Иногда может быть несколько микро- и макронуклеусов. Большое ядро ответственно за обмен веществ, а малое – регулирует обмен генетической информации при половом процессе (конъюгации). Макронуклеусы инфузорий полиплоидны, а микронуклеусы гаплоидны или диплоидны. При половом процессе макронуклеус разрушается, а микронуклеус мейотически делится с образованием четырех ядер, из которых три погибают, а четвертое делится митотически с образованием мужского и женского гаплоидных ядер. Между двумя инфузориями возникает временный цитоплазматический мостик в области цитостомов. Мужское ядро каждой особи переходит в клетку партнера, женское остается на месте. В каждой клетке происходит слияние собственного женского ядра с мужским ядром партнера. Затем восстанавливается микронуклеус, инфузории расходятся. Количество клеток при этом не увеличивается, но обмен генетической информацией происходит.

Все инфузории имеют постоянную форму тела, что обеспечивается наличием у них пелликулы (плотной оболочки, покрывающей все тело снаружи).

Имеется сложно построенный аппарат питания. На так называемой брюшной стороне инфузории имеется постоянное образование – клеточный рот (цитостом), который переходит в глотку (цитофаринкс). Глотка открывается непосредственно в эндоплазму. Вода с содержащимися в ней бактериями (пищей инфузорий) с помощью ресничек загоняется в рот, откуда попадает в цитоплазму и окружается пищеварительной вакуолью. Вакуоль перемещается по цитоплазме, а пищеварительные ферменты при этом выделяются постепенно (так обеспечивается более полное переваривание).

Непереваренный остаток выбрасывается через специальное отверстие – порошицу.

Имеются две сократительные вакуоли, сокращающиеся поочередно каждые 20–25 с.

Размножение инфузорий в большинстве своем происходит путем поперечного деления.

Время от времени осуществляется половой процесс в виде конъюгации.

Типичным представителем класса является инфузория туфелька, которая обитает в небольших водоемах, лужах. Характерной особенностью этого представителя является наличие трихоцист – маленьких веретенообразных телец, которые выбрасываются наружу при раздражении. Они служат как для защиты, так и для нападения.

В организме человека паразитирует единственный представитель класса – балантидий, который обитает в пищеварительной системе и является возбудителем балантидиаза.

## 2. Балантидий (*Balantidium coli*)

Балантидий является возбудителем балантидиаза. Заболевание это распространено повсеместно.

Обитает в толстом кишечнике человека. Эта инфузория относится к числу наиболее крупных простейших: ее величина – 30—200, 20–70 мкм. Форма тела овальная. Имеет многие черты строения, характерные для свободноживущих инфузорий. Все тело балантидия покрыто многочисленными короткими ресничками, длина которых вокруг клеточного рта (цитостома) несколько больше, чем на других участках тела. Помимо цитостома, имеются цитофарингс и порошица. Имеется пелликула, под которой находится слой прозрачной эктоплазмы. Глубже расположена эндоплазма с органеллами и двумя ядрами – макронуклеусом и микронуклеусом. Большое ядро обычно имеет бобовидную или гантелеобразную форму, рядом расположено маленькое ядро.

На переднем и заднем концах тела находится по одной пульсирующей вакуоли, которые участвуют в регуляции осмотического равновесия в клетке. Кроме того, вакуоли выделяют продукты диссимиляции (обмена веществ).

Балантидий образует цисты овальной или шарообразной формы, до 50–60 мкм в диаметре. Циста покрыта двуслойной оболочкой и не имеет ресничек. В ней обычно не видно микронуклеуса, но отчетливо видна сократительная вакуоль.

Размножается балантидий, как и другие инфузории, поперечным делением. Иногда бывает половой процесс в виде конъюгации.

Заражение человека происходит цистами через загрязненную воду и пищу. Цисты могут также разноситься мухами. Источниками распространения заболевания могут служить и свиньи, и крысы, у которых в кишечнике паразитирует это простейшее.

У человека заболевание проявляется в форме бессимптомного носительства или острого заболевания, которое сопровождается кишечной коликой. Кроме этого, балантидий может жить в кишечнике человека, питаясь бактериями и не принося особого вреда. Однако он может внедряться в стенку толстой кишки, вызывая образование кровоточащих и гноящихся язв. Для заболевания характерно появление длительных кровавых поносов с гноем. Иногда возникает перфорация кишечной стенки (возникает отверстие в стенке), развивается каловый перитонит. При тяжелом течении заболевания (особенно при перитоните и перфорации) больные могут даже погибнуть. Как и при амёбной дизентерии, балантидий может проникать в кровеносное русло из кишечной стенки и с током крови разноситься по организму.

Он способен оседать в легких, печени, головном мозге, где может вызывать образование абсцессов. Диагностика

Микроскопия мазка кала больного. В мазке обнаруживают цисты и трофозоиты балантидия. Выявляются слизь, кровь, гной и масса паразитов.

Профилактика.

1. Личная. Соблюдение правил личной гигиены.

2. Общественная. Санитарное обустройство мест общественного пользования, наблюдение за источниками общественного водоснабжения, санитарно-просветительская работа с населением, борьба с грызунами, гигиеническое содержание свиней.

## ЛЕКЦИЯ № 6. Тип Плоские черви (Plathelminthes)

### 1. Характерные черты организации

Тип насчитывает около 7300 видов, объединяющихся в такие три класса, как:

- 1) Ресничные черви;
- 2) Сосальщикообразные;
- 3) Ленточные черви.

Они встречаются в морских и пресных водоемах. Часть видов перешла к паразитическому образу жизни. Главные ароморфозы плоских червей:

- 1) билатеральная симметрия тела;
- 2) развитие мезодермы;
- 3) появление систем органов.

Плоские черви являются билатерально симметричными животными. Это означает, что все органы их тела расположены симметрично в отношении правой и левой сторон. Ткани и органы их тела развиваются из трех зародышевых листков – экто-, эндо- и мезодермы. Приспособление к ползанию по субстрату привело к появлению у них брюшной и спинной, правой и левой сторон, а также переднего и заднего концов тела.

Тело плоского червя уплощено в дорсовентральном направлении. Полость тела у них отсутствует, все пространство между внутренними органами заполнено рыхлой соединительной тканью – паренхимой.

Плоские черви имеют развитые системы органов: мышечную, пищеварительную, выделительную, нервную и половую.

У них имеется кожно-мышечный мешок. Он состоит из покровной ткани – тегумента, который представляет собой неклеточную многоядерную структуру типа синцития, и трех слоев гладких мышц, проходящих в продольном, поперечном и косом направлениях. Тело сосальщикообразных покрыто кутикулой, защищающей их от действия пищеварительных соков хозяина. Все движения, которые осуществляют плоские черви, медленны и несовершенны.

Нервная система состоит из парных нервных узлов (ганглиев), расположенных на головном конце туловища, от которых кзади отходят параллельные продольные нервные стволы.

Пищеварительная система (если она имеется) начинается глоткой, а заканчивается слепо замкнутым кишечником. Имеются передняя и средняя кишки. Задняя кишка и анальное отверстие отсутствуют. При этом непереваренные остатки пищи выбрасываются через рот.

У плоских червей впервые появляется выделительная система, которая состоит из органов, называемых протонефридиями, они начинаются в глубине паренхимы конечными (терминальными) клетками звездчатой формы. Протонефридии захватывают продукты обмена веществ и перемещают их по внутриклеточным каналам, которые проходят внутри длинных отростков протонефридиальных клеток. Далее продукты, подлежащие выделению, поступают в собирательные трубочки, а оттуда – либо непосредственно во внешнюю среду, либо в мочевой пузырь.

Половая система червей сложно устроена. Плоские черви сочетают в себе признаки обоих полов – мужского и женского.

Большинство ресничных червей – свободноживущие хищники. Медицинское значение имеют представители двух классов – Сосальщикообразные (Trematodes) и Ленточные черви (Cestoidea).

Представители сосальщикообразных

Печеночный сосальщик (фасциола) – возбудитель фасциолеза (гигантский печеночный сосальщик вызывает более тяжелый фасциолез), кошачий, или сибирский, сосальщик – возбудитель описторхоза, шистосомы – возбудители шистосоматозов. Кроме

этого, в организме человека паразитируют фасциолопсис – возбудитель фасциолопсидоза (обитает в тонком кишечнике), клонорхис – возбудитель клонорхоза (обитает в желчных ходах печени), легочный сосальщик (парагонимус), обитающий в легочной ткани, он вызывает парагонимоз и др.

Представители ленточных червей

Широкий лентец – возбудитель дифиллоботриоза, бычий цепень – возбудитель тениаринхоза, свиной цепень – возбудитель тениоза и цистицеркоза, эхинококк – возбудитель эхино-коккоза и альвеококк – возбудитель альвеококкоза.

## 2. Класс Сосальщнки. Общая характеристика

Сосальщнки (Trematodes) – паразитические организмы. Известно около 3000 видов сосальщнков. Для этих паразитов характерны сложные циклы развития, в которых происходит чередование поколений, а также способов размножения и хозяев.

Половозрелая особь имеет листовидную форму. Рот расположен на терминальном конце тела и снабжен мощной мускулистой присоской. Кроме нее, имеется еще одна присоска на брюшной стороне. Дополнительными органами прикрепления у некоторых видов – мелкие шипики, покрывающее все тело.

Пищеварительная система мелких видов сосальщнков представляет собой мешок или два слепо заканчивающихся канала. У крупных видов она сильно разветвляется. Помимо функции собственно пищеварения, она выполняет еще и транспортную роль – перераспределяет продукты питания по всему телу. У плоских червей, в том числе у сосальщнков, отсутствует внутренняя полость тела, а значит, нет кровеносной системы. Листовидная форма тела дает возможность кишке снабжать все тело питательными веществами. Та же форма делает возможным газообмен через всю поверхность тела, поскольку органов и тканей, лежащих глубоко под кутикулой, просто нет.

Сосальщнки – гермафродиты. Мужская половая система: пара семенников, два семяпровода, семяизвергательный канал, ко-пулятивный орган (циррус). У печеночного сосальщнка семенники ветвящиеся, у кошачьего и ланцетовидного – компактные. Женская половая система: яичник, яйцеводы, желточники, семяприемник, матка, половая клоака. Желточники обеспечивают яйцо питательными веществами, скорлуповые железы – оболочками. Осеменение внутреннее, перекрестное. Яйца созревают в матке.

Половозрелая особь (марита) всегда обитает в организме позвоночного животного. Она выделяет яйца. Для дальнейшего развития яйцо должно попасть в воду, где из него выходит личинка – мирацидий. Личинка имеет светочувствительные глазки и реснички, способна самостоятельно отыскивать промежуточного хозяина, используя различные виды таксиса. Мирацидий должен попасть в организм брюхоногого моллюска, строго специфичного для данного вида паразита. В его организме личинка превращается в материнскую спороцисту, которая претерпевает наиболее глубокую дегенерацию. Она имеет только женские половые органы, поэтому и размножается только партеногенетически.

При ее размножении формируются многоклеточные редии, которые также размножаются партеногенезом. Последнее поколение редий может генерировать церкарии. Они покидают организм моллюска и для дальнейшего развития должны попасть в тело окончательного или второго промежуточного хозяина. В первом случае церкарии либо активно внедряются в организм окончательного хозяина, либо инцистируются на траве и заглатываются с нею.

Во втором случае церкарии ищут тех животных, которые используются основным хозяином в пищу, и формируют в их теле покоящиеся стадии – инцистированные метацеркарии. Основная масса церкариев погибает, не попав в организм основного хозяина, так как они неспособны к активному поиску, либо попадают в организм тех видов, развитие в которых невозможно. Способность паразита размножаться на личиночных стадиях значительно увеличивает его популяцию.

После проникновения в организм окончательного хозяина инвазионные стадии сосальщиков мигрируют в нем и находят нужный для дальнейшего развития орган. Там они достигают половой зрелости и обитают.

Миграция по организму сопровождается явлениями тяжелой интоксикации и аллергическими проявлениями.

Заболевания, вызываемые сосальщиками, носят общее название трематодозов.

### 3. Класс Сосальщнки. Его представители

Печеночный сосальщик. Морфология, цикл развития, пути заражения, профилактика Печеночный сосальщик, или фасциола (*Fasciola hepatica*), – возбудитель фасциолеза.

Заболевание распространено повсеместно, чаще всего в странах с жарким и влажным климатом. Обитает паразит в желчных протоках, печени, желчном пузыре, иногда поджелудочной железе и других органах.

Размеры тела мариты – 3–5 см. Форма тела листовидная, передний конец клювообразно оттянут.

Необходимо обратить особое внимание на строение половых органов. Матка многолопастная и располагается розеткой сразу за брюшной присоской. За маткой лежит яичник. По бокам тела располагаются многочисленные желточники и ветви кишечника. Всю среднюю часть тела занимают сильно разветвленные семенники. Яйца крупные (135—80 мкм), желтовато-коричневые, овальные, на одном из полюсов имеется крышечка.

Жизненный цикл печеночного сосальщика типичен для этой группы паразитов. Фасциола развивается со сменой хозяев. Окончательным хозяином служат травоядные млекопитающие (крупный и мелкий рогатый скот, лошади, свиньи, кролики и др.), а также человек. Промежуточный хозяин – прудовик малый (*Limnea truncatula*).

Заражение основного хозяина происходит при поедании им травы с заливных лугов (для животных), невытой зелени и овощей (для человека). Обычно человек заражается при поедании щавеля и кресс-салата. На зеленых растениях располагаются адо-лескарии – инцистированные на листьях церкарии.

После попадания в кишечник окончательного хозяина личинка освобождается от оболочек, пробуравливает стенку кишки и проникает в кровеносную систему, оттуда – в ткань печени. С помощью присосок и шипиков фасциола разрушает клетки печени, что вызывает кровотечение и формирование цирроза в исходе заболевания. Печень увеличивается в размерах. Из печеночной ткани паразит может проникать в желчные ходы и вызывать их закупорку, появляется желтуха. Паразит достигает половой зрелости через 3–4 месяца после заражения и начинает откладывать яйца, находясь в желчных ходах.

#### Диагностика

Обнаружение яиц фасциолы в фекалиях больного. Яйца могут обнаруживаться и в фекалиях здорового человека при употреблении им в пищу печени больных фасциолезом животных (транзитных яиц). Поэтому при подозрении на заболевание перед обследованием необходимо исключить из рациона печень.

#### Профилактика

Тщательно мыть овощи и зелень, особенно в районах, эндемичных по фасциолезу, там, где огороды поливают водой из стоячих водоемов. Не использовать для питья нефilterованную воду. Выявлять и лечить больных животных, проводить санитарную обработку пастбищ, смену пастбищ и выпасов гусей и уток для уничтожения промежуточного хозяина. Большое значение имеет санитарно-просветительская работа.

Кошачий сосальщик. Морфология, цикл развития, пути заражения, профилактика Кошачий, или сибирский, сосальщик (*Opisthorchis felinus*) – возбудитель описторхоза.

Этот паразит обитает в печени, желчном пузыре и поджелудочной железе человека, кошек, собак и других видов животных, которые употребляют в пищу сырую рыбу. В нашей стране очаги заболевания находятся по берегам рек Сибири; отдельные очаги – в



Прибалтике, по берегам Камы, Волги, Днепра. Известны природные очаги заболевания в Казахстане.

Кошачий сосальщик имеет бледно-желтый цвет, длина его – 4–13 мм. В средней части тела находится разветвленная матка, за ней – округлый яичник. Характерная особенность – наличие в задней части тела двух розетковидных семенников, которые хорошо окрашиваются. Яйца кошачьего сосальщика размерами 25–30 X 10–15 мкм, желтоватого цвета, овальные, суженные к полюсу, на переднем конце имеют крышечку.

Окончательные хозяева паразита – дикие и домашние млекопитающие и человек. Первый промежуточный хозяин – моллюск *Vithinia leachi*. Второй промежуточный хозяин – карповые рыбы, в мышцах которых локализуются метацеркарии.

Сначала яйцо с мирацидием попадает в воду. Далее оно заглатывается моллюском, в задней кишке которого мирацидий выходит из яйца, проникает в печень и превращается в спороцисту. В ней путем партеногенеза развиваются многочисленные поколения редий, из них – церкарии. Церкарии покидают тело моллюска, попадают в воду и, активно плавая в ней, внедряются в тело рыбы или заглатываются ею и проникают в подкожную жировую клетчатку и мышцы. Вокруг паразита формируются оболочки. Эта стадия развития называется метацеркарием. При поедании окончательным хозяином сырой или вяленой рыбы метацеркарии попадают в его желудочно-кишечный тракт. Под влиянием ферментов оболочки растворяются. Паразит проникает в печень и желчный пузырь и достигает половой зрелости.

Таким образом, для первого промежуточного хозяина инвазионной стадией является яйцо с мирацидием, для второго – церкарий, для окончательного – метацеркарий.

Описторхоз – тяжелое заболевание. При одновременном паразитировании множества особей оно может заканчиваться летально. У части больных зарегистрированы случаи заболевания раком печени, который, возможно, провоцируется постоянным раздражением органа наличием сосальщиков.

#### Диагностика

Лабораторное обнаружение яиц кошачьего сосальщика в фекалиях и дуоденальном содержимом, полученном от больного.

#### Профилактика

Соблюдение правил личной гигиены. Санитарно-просветительская работа. Употребление в пищу только хорошо проваренной или прожаренной рыбы (термическая обработка продуктов).

#### Шистосомы. Морфология, цикл развития, пути заражения, профилактика

Шистосомы – возбудители шистосомозов. Все паразиты обитают в кровеносных сосудах, преимущественно в венах. Встречаются в ряде стран с тропическим и субтропическим климатом (в основном в странах Азии, Африки, Южной Америки).

В отличие от других сосальщиков шистосомы – это раздельнополые организмы. Тело самцов более короткое и широкое. Самки имеют шнуровидную форму. Молодые особи живут раздельно, но при достижении половой зрелости соединяются попарно. После этого самка обитает в гинекофорном канале на брюшной стороне самца.

Так как шистосомы обитают в кровеносных сосудах, их яйца имеют приспособления для выведения в полостные органы, а оттуда – во внешнюю среду. Все яйца имеют шипики, через которые выделяются различные ферменты, растворяющие ткани организма хозяина. С помощью этих ферментов яйца проходят через стенку сосуда, попадают в ткани. Могут проникать в кишечник или мочевого пузыря (в зависимости от вида паразита). Из этих полостных органов паразиты выходят во внешнюю среду. Возможен гематогенный занос (по кровеносным сосудам) яиц во многие внутренние органы, что очень опасно в связи с развитием местных множественных воспалительных процессов в этих органах.

Для некоторых видов шистосом окончательным хозяином является только человек,

для других (наряду с человеком) – различные виды млекопитающих. Промежуточными хозяевами являются пресноводные моллюски. В их теле происходит развитие личиночных стадий, которые размножаются партеногенетически с образованием двух поколений спороцист. Последнее поколение формирует церкарии, которые являются инвазионной стадией для окончательного хозяина. Церкарии имеют характерный вид: раздвоенный хвост, а на переднем конце – специфические железы проникновения, с помощью которых происходит попадание в организм окончательного хозяина при нахождении его в воде. При этом личинки церкарии свободно плавают в воде и способны активно пробуравливать кожные покровы тела человека при купании, работе на рисовых полях и в воде, питье воды из оросительных каналов и др. Одежда не защищает от попадания паразита в организм.

При проникновении через кожу церкарии вызывают специфическое ее поражение в виде церкариозов. Их признаками служит появление сыпи, зуда, аллергических состояний. Если церкарии в большом количестве проникают в легкие, может возникнуть тяжелая пневмония.

Личинки патогенных для человека шистосом с током крови разносятся по организму. Оседают они в основном в венах брюшной полости или малого таза, где достигают половозрелого возраста.

#### Диагностика

Обнаружение в моче или фекалиях больного яиц шистосом. Возможна постановка кожных аллергологических проб, применяются иммунологические методы диагностики.

#### Профилактика

Использование для питья только обеззараженную воду. Избегать длительного контакта с водой в местах, эндемичных по шистосомозам. Борьба с промежуточным хозяином – водными моллюсками. Охрана водоемов от загрязнения неочищенными сточными водами.

#### Различные виды шистосомозов

В организме человека паразитирует три основных вида кровяных сосальщиков. Это *Schistosoma haematobium*, *Sch. mansoni* и *Sch. japonicum*. Они отличаются рядом биологических особенностей, местообитанием в теле человека и географическим распространением. Все шистосомозы относятся к природно-очаговым заболеваниям. Распространены в тропиках Азии, Африки и Америки.

*Schistosoma haematobium* – возбудитель урогенитального шистосомоза, обитает в крупных венах брюшной полости и органов мочеполовой системы.

Заболевание распространено от Африки до Юго-Западной Индии. Окончательный хозяин – человек и обезьяны. Промежуточные хозяева – различные водные моллюски.

Самец паразита имеет длину до 1,5 см, а самка – до 2 см. Поверхность тела мелкобугристая. Яйца очень крупные, до 160 мкм, обладают шипом, с помощью которого разрушают стенку сосуда. С током крови они проникают в мочевой пузырь и органы половой системы и с мочой выводятся наружу.

Для мочеполового шистосомоза характерны наличие крови в моче (гематурия), боли над лобком. Нередко происходит образование камней в мочевыводящих путях. В местах распространения этого заболевания гораздо чаще встречается рак мочевого пузыря.

#### Диагностика

Обнаружение яиц паразита при микроскопии мочи. Характерные изменения мочевого пузыря и влагалища при обследовании – воспаление, полипозные разрастания, изъязвления.

*Schistosoma mansoni* – возбудитель кишечного шистосомоза. Ареал гораздо шире, чем у предыдущего вида. Встречается в Африке, Индонезии, странах Западного полушария – Бразилии, Гайане, на Антильских островах и др.

Паразитирует в венах брыжейки и толстого кишечника. Также поражает воротную систему печени.

В отличие от предыдущего вида, имеет несколько меньшие размеры (до 1,6 см) и

крупнобугристую поверхность тела. Яйца по размерам такие же, как у *Schistosoma heamatobium*, но, в отличие от них, шип располагается на боковой поверхности.

Окончательные хозяева паразита – человек, обезьяны, собаки, грызуны.

Промежуточные хозяева – водные моллюски.

При поражении этим паразитом патологические изменения происходят главным образом в толстом кишечнике (колит, кровавые поносы) и печени (возникает застой крови, возможен рак).

Диагностика

Обнаружение яиц в фекалиях больного.

*Schistosoma japonicum* – возбудитель японского шистосомоза. Ареал охватывает Восточную и Юго-Восточную Азию (Японию, Китай, Филиппины и др.).

Паразитирует в кровеносных сосудах кишечника.

По размерам не отличается от *Sch. heamatobium*, но имеет совсем гладкое тело. Яйца округлые, шип очень маленький, он расположен на боковой поверхности тела.

Окончательные хозяева – человек, множество домашних и диких млекопитающих.

Промежуточные хозяева – водные моллюски.

Проявления заболевания соответствуют таковым при кишечном шистосомозе. Но яйца паразита гораздо чаще проникают в другие органы (в том числе в головной мозг), поэтому заболевание протекает тяжело и часто заканчивается смертью.

Диагностика

Обнаружение яиц в фекалиях больного.

#### 4. Общая характеристика класса Ленточные черви

Класс Ленточные черви (Cestoidea) насчитывает около 3500 видов. Все они являются облигатными паразитами, которые в половозрелом возрасте обитают в кишечнике человека и других позвоночных.

Тело (стробила) ленточного червя имеет лентовидную форму, сплющено в дорсо-вентральном направлении. Состоит из отдельных члеников – проглоттид. На переднем конце тела находится головка (сколекс), которая может быть округлой или уплощенной, далее следует несегментированная шейка. На головке располагаются органы прикрепления – присоски, крючья, присасывательные щели (ботрии).

Новые проглоттиды отпочковываются от шейки и отодвигаются назад. Таким образом, чем дальше от шейки, тем более зрелы членики. В молодых члениках органы и системы не дифференцированы.

В средней части стробилы располагаются зрелые членики с вполне развитой мужской и женской половыми системами (ленточные черви – гермафродиты).

Самые последние членики содержат почти исключительно матку с яйцами, а остальные органы представлены рудиментами. В процессе роста червя задние членики постепенно отрываются и выделяются в окружающую среду, а их место занимают молодые проглоттиды.

Строение тела ленточного червя во многом типично для плоских червей.

Но имеются и отличия. В связи с тем, что эти черви ведут исключительно паразитический образ жизни и обитают в кишечнике, пищеварительная система у них полностью отсутствует.

Поглощение питательных веществ из кишечника хозяина происходит осмотически всей поверхностью тела.

Жизненный цикл. Все ленточные черви имеют в своем развитии две стадии – половозрелую (обитают в организме окончательного хозяина) и личиночную (паразитируют в промежуточном хозяине). Первые стадии развития яйца происходят в матке. Здесь внутри оболочек яйца образуется шестикрючный зародыш – онко-сфера. С фекалиями хозяина яйцо попадает во внешнюю среду. Для дальнейшего развития яйцо должно попасть в пищеварительную систему промежуточного хозяина. Здесь яйцо с

помощью крючьев пробуравливает кишечную стенку и попадает в кровоток, откуда разносится по органам и тканям, где развивается в личинку – финну. Обычно она имеет внутри полость и сформировавшуюся головку. Заражение окончательных хозяев происходит при поедании мяса зараженных животных, в тканях которых находятся финны. В кишечнике окончательного хозяина под влиянием его пищеварительных ферментов оболочка финны растворяется, головка выворачивается наружу и прикрепляется к стенке кишки. От шейки начинаются образование новых члеников и рост паразита.

Основной хозяин не сильно страдает от этого паразита, который обитает в кишечнике. Но жизнедеятельность промежуточных хозяев может быть сильно нарушена, особенно если финны ленточного червя обитают у него в головном мозге, печени или легких.

Болезни, которые вызываются ленточными червями, называются цестодозами. Многие виды этих паразитов поражают только человека, но есть и такие, которые встречаются в природной обстановке. Для них характерно наличие природных очагов.

## 5. Цепни

Бычий цепень. Морфология, цикл развития, профилактика

Бычий, или невооруженный, цепень (*Taeniaraynchus saginata*) – возбудитель тениаринхоза. Заболевание встречается повсеместно в районах, где население употребляет в пищу сырое или недостаточно прожаренное (проваренное) мясо крупного рогатого скота.

В половозрелой стадии бычий цепень достигает в длину 4–7 м. На головке имеется только 4 присоски, крючьев нет (отсюда название).

В средней части тела имеются гермафродитные членики квадратной формы. Матка не разветвляется, яичник имеет только две доли. В каждом членике до 1000 пузыревидных семенников. Зрелые членики на заднем конце туловища сильно вытянуты, матка в них образует огромное количество боковых ветвей и набита большим количеством яиц (до 175000.). Яйца содержат онкосферы (диаметр 10 мкм), покрытые тонкой оболочкой. Каждая онкосфера имеет 3 пары крючьев и толстую, радиально исчерченную оболочку.

Окончательный хозяин бычьего цепня – только человек, промежуточные хозяева – крупный рогатый скот. Животные заражаются, поедая траву, сено и другой корм с проглоттидами, которые вместе с фекалиями попадают туда от человека. В желудке скота из яиц выходят онкосферы, которые оседают в мышцах животных, формируя финны. Они носят названия цистицерков. Цистицерк представляет собой пузырек, заполненный жидкостью, внутрь которого ввернута головка с присосками. В мышцах скота финны могут сохраняться долгие годы.

Характерной особенностью паразита является способность его члеников активно выползать из заднепроходного отверстия поодиночке.

Человек заражается при поедании сырого или полусырого мяса зараженного животного. В желудке под влиянием кислой среды желудочного сока оболочка финны растворяется, наружу выходит личинка, которая прикрепляется к стенке кишечника.

Влияние на организм хозяина заключается в:

- 1) эффекте отнятия пищи;
- 2) интоксикации продуктами жизнедеятельности паразита;
- 3) нарушении баланса кишечной микрофлоры (дисбактериозе);
- 4) нарушении всасывания и синтеза витаминов;
- 5) механическом раздражении кишечника;
- 6) возможном развитии кишечной непроходимости;
- 7) воспалении стенки кишки.

Больные люди теряют в весе, у них отсутствует аппетит, их беспокоят боли в животе и нарушение деятельности кишечника (чередование запоров и поносов).

### Диагностика

Обнаружение в фекалиях больного зрелых члеников, имеющих специфическое строение. Членики можно обнаружить и на теле и белье человека.

### Профилактика.

1. Личная. Тщательная термическая обработка говядины и телятины.

2. Общественная. Строгий надзор за обработкой и продажей мяса на мясокомбинатах, бойнях, рынках. Проведение санитарно-просветительской работы с населением.

Свиной цепень. Морфология, цикл развития, профилактика

Свиной, или вооруженный, цепень (*Taenia solium*) – возбудитель тениоза. Заболевание встречается повсеместно в районах, где население употребляет в пищу сырое или недостаточно термически обработанное свиное мясо.

В теле человека паразит обитает в тонком кишечнике, может быть обнаружен в глазах, центральной нервной системе, печени, мышцах, легких.

Половозрелые формы достигают в длину 2–3 м. На головке имеются присоски, а также венчик из 22–32 крючьев.

Гермафродитные проглоттиды имеют мужской половой аппарат, который состоит из нескольких сотен семенников и извилистого семяизвергательного канала, переходящего в циррусную сумку.

Она переходит в клоаку и открывается наружу. Имеются отличительные признаки в строении женской половой системы. Яичник имеет третью дополнительную дольку и большее количество ветвей (7–12), что является важным диагностическим признаком. Яйца не отличаются от яиц бычьего цепня.

Жизненный цикл. Окончательный хозяин – только человек. Промежуточные хозяева – свинья, изредка человек. Характерная особенность: членики выделяются с фекалиями человека не по одному, а группами по 5–6 штук. При подсыхании яиц их оболочка лопается, яйца свободно рассеиваются. Этому процессу также способствуют мухи и птицы.

Свиньи заражаются, поедая нечистоты, в которых могут содержаться проглоттиды. В желудке свиней растворяется оболочка яйца, из него выходят шестикрючные онкосферы. По кровеносным сосудам они попадают в мышцы, где оседают и через 2 месяца превращаются в финны. Они носят названия цистицерков и представляют собой пузырек, заполненный жидкостью, внутрь которого ввернута головка с присосками. В свинине цистицерки имеют размер рисового зернышка и видны невооруженным глазом.

Заражение человека происходит при употреблении в пищу сырой или недостаточно термически обработанной свинины. Под действием пищеварительных соков оболочка цистицерки растворяется; выворачивается сколекс, который прикрепляется к стенке тонкого кишечника. Затем от шейки начинают образовываться новые проглоттиды. Через 2–3 месяца паразит достигает половой зрелости и начинает продуцировать яйца.

При этом заболевании довольно часто возникают обратная перистальтика кишечника и рвота. При этом зрелые членики попадают в желудок и перевариваются там под влиянием желудочного сока. Освободившиеся онкосферы попадают в сосуды кишечника и с током крови разносятся по органам и тканям. Могут попадать в печень, головной мозг, легкие, глаза, где формируют цистицерки. Цистицеркоз головного мозга часто является причиной смерти больных, а цистицеркоз глаз приводит к потере зрения.

Лечение цистицеркоза только хирургическое.

### Диагностика

Обнаружение в фекалиях больного зрелых члеников, имеющих специфическое строение. Членики можно обнаружить и на теле и белье человека, так как они могут выползть из ануса и активно передвигаться.

### Профилактика.

1. Личная. Тщательная термическая обработка свинины.

2. **Общественная.** Охрана пастбищ от заражения фекалиями человека. Строгий надзор за обработкой и продажей мяса на мясокомбинатах, бойнях, рынках.

**Карликовый цепень.** Морфология, цикл развития, профилактика

**Карликовый цепень** (*Hymenolepis nana*) – возбудитель гимено-лепидоза. Заболевание встречается повсеместно, особенно в странах с жарким и сухим климатом. Болеют преимущественно дети дошкольного возраста. В возрасте от 7 до 14 лет заболевание регистрируется редко, в более старшем почти не встречается. В организме человека обитает в тонком кишечнике.

Карликовый цепень имеет небольшую длину (1,5–2 см). Головка грушевидная, имеет 4 присоски и хоботок с венчиком из крючьев. Стробила содержит 200 и более члеников. Они очень нежные, поэтому разрушаются еще в кишечнике. В связи с этим в окружающую среду попадают только яйца. Размер яиц – до 40 мкм. Они бесцветны и имеют округлую форму.

Жизненный цикл паразита претерпел существенные изменения за время длительной адаптации к человеку. Этот паразит приобрел способность развиваться без смены хозяев в организме человека в течение длительного времени, не покидая его на стадии яйца. Таким образом, человек для карликового цепня является одновременно и промежуточным, и окончательным хозяином. Если человек проглатывает яйца карликового цепня при несоблюдении правил личной гигиены, они попадают в тонкий кишечник, где под влиянием пищеварительных ферментов растворяется их оболочка. Из яиц выходят онкосферы, которые внедряются в ворсинки тонкого кишечника, где из них развиваются цисти-церкоиды. Спереди они имеют вздутую часть с ввернутой головкой, а на заднем конце тела расположен хвостовидный придаток. Через несколько дней пораженные ворсинки разрушаются, и цисти-церкоиды выпадают в просвет кишки. Молодые особи прикрепляются к слизистой оболочке кишечника и достигают половой зрелости. Известны случаи, когда в кишечнике одного человека одновременно находилось до 1500 цепней. Яйца этого паразита могут не выделяться во внешнюю среду и превращаться в половозрелые особи уже в кишечнике. Сначала из них образуются цистицеркоиды, а затем взрослые цепни, т. е. возникает повторное самозаражение (аутореинвазия).

**Патогенное действие.** Разрушается часть ворсинок тонкого кишечника, что приводит к нарушению процессов пристеночного пищеварения. Кроме этого, организм отравляется продуктами жизнедеятельности гельминта. Нарушается деятельность кишечника, появляются боли в животе, поносы, головные боли, раздражительность, слабость, быстрая утомляемость.

Заболевание не может продолжаться бесконечно, так как организм человека способен вырабатывать иммунитет против паразита. Он затрудняет развитие последующих поколений паразита, особенно при аутореинвазии. После смены нескольких поколений происходит самоизлечение.

**Диагностика**

Обнаружение яиц карликового цепня в фекалиях больного. Профилактика.

1. **Личная.** Соблюдение правил личной гигиены, привитие гигиенических навыков детям.

2. **Общественная.** Тщательная уборка детских учреждений (особенно туалетов), стерилизация игрушек.

Необходима постоянная борьба с механическими переносчиками яиц, т. е. с насекомыми.

**Эхинококк.** Морфология, пути заражения, цикл развития, профилактика

**Эхинококк** (*Echinococcus granulosus*) – возбудитель эхино-коккоза. Заболевание встречается по всему земному шару, но чаще всего в тех странах, где развито животноводство.

Половозрелая форма паразита имеет длину 2–6 мм и состоит из 3–4 члеников.

Предпоследний гермафродитный (т. е. имеет женские и мужские половые органы). Последний членик является зрелым и содержит матку с яйцами в количестве до 5000, в которых находятся онкосферы. Яйца эхинококка по форме и размерам схожи с яйцами свиного и бычьего цепней. На головке (сколексе) имеются 4 присоски и хоботок с двумя венчиками из крючьев.

Жизненный цикл. Окончательные хозяева – хищные животные семейства Псовые (собаки, шакалы, волки, лисы). Промежуточные хозяева – травоядные животные (коровы, овцы), свиньи, верблюды, кролики и многие другие млекопитающие, а также человек. Окончательный хозяин заражается, поедая ткани зараженного промежуточного хозяина. Фекалии окончательных хозяев содержат яйца паразита. Кроме этого, зрелые членики эхинококка могут активно выползать из заднепроходного отверстия и распространяться по шерсти животных, оставляя на ней яйца. Это увеличивает вероятность загрязнения пастбищ.

Человек и другие промежуточные хозяева заражаются, проглатывая яйца (чаще всего они сначала попадают на руки с шерсти собак, а затем заносятся в рот). В пищеварительном тракте человека из яйца выходит онкосфера, которая проникает в кровеносное русло и с током крови разносится по органам и тканям. Там она превращается в финну. У эхинококка она представляет пузырь, нередко достигающий огромных размеров (до 20–30 см в диаметре). Стенка пузыря имеет наружную слоистую капсулу и внутреннюю паренхиматозную оболочку. На ней могут образовываться дочерние особи, которые отпочковываются от стенки. Внутри пузыря содержится жидкость с продуктами жизнедеятельности паразита.

Эхинококк оказывает весьма большое патогенное воздействие на организм человека. В личиночной стадии он может располагаться в самых разных органах: печени, головном мозге, легких, трубчатых костях. Финна может сдавливать органы, вызывая их атрофию. Ткани разрушаются, орган работает намного хуже. Во внутреннюю среду организма человека постоянно поступают продукты обмена веществ паразита, вызывая тяжелую интоксикацию. Опасен разрыв эхинококкового пузыря. Так как в нем содержится жидкость с продуктами диссимилиации паразита, при попадании ее в кровь может возникнуть токсический шок, что чревато гибелью больного. При этом дочерние сколексы обсеменяют ткани, вызывая развитие новых финн.

Лечение эхинококкоза только хирургическое. Диагностика

По реакции Кассони: подкожно вводят 0,2 мл стерильной жидкости из эхинококкового пузыря. Если в течение 3–5 мин образовавшийся пузырь увеличивается в пять раз, реакцию считают положительной.

Профилактика

Соблюдение правил личной гигиены, особенно при общении с животными. Уничтожение бродячих собак, обследование и лечение домашних и служебных животных. Уничтожение трупов больных животных.

Широкий лентец. Морфология, пути заражения, цикл развития, профилактика  
Широкий лентец (*Diphyllobotrium latum*) – возбудитель ди-филлоботриоза. Заболевание встречается в основном в странах с умеренным климатом. В России – по берегам Волги, Днестра и других крупных рек.

В организме человека паразит локализуется в тонком кишечнике.

В половозрелом состоянии паразит имеет длину до 7–10 м и более. Головка паразита (сколекс) лишена присосок. К стенке кишечника он прикрепляется с помощью двух ботрий, или присасывательных щелей, которые имеют вид бороздок. Проглоттиды в ширину больше, чем в длину. Матка имеет характерную розетко-видную форму и небольшие размеры. Она контактирует с внешней средой с помощью отверстия на переднем крае каждой проглоттиды. Поэтому созревающие яйца могут свободно выходить из нее наружу. Яйца широкого лентеца широкие, овальные, размером до 70 мкм,

желтовато-коричневого цвета. На одном полюсе они имеют крышечку, на другом – небольшой бугорок.

Жизненный цикл паразита наиболее древний среди ленточных червей. У него сохраняется личиночная стадия, активно плавающая в воде, – корацидий. Имеются два промежуточных хозяина, которые обитают в воде, – мелкие пресноводные ракообразные (*Cyclops* и *Diatomus*) и рыбы, ими питающиеся. Окончательные хозяева – человек и плотоядные млекопитающие (кошки, рыси, лисы, песцы, собаки, медведи и др).

Яйца попадают в воду с фекалиями человека. Через 3–5 недель из яйца выходит подвижный, покрытый ресничками корацидий, который имеет 3 пары крючьев. Корацидии заглатываются рачками (первый промежуточный хозяин), в кишечнике которых они теряют реснички и превращаются в личинку – процеркоид. Процеркоид имеет удлиненную форму тела и 6 крючьев. Если рачка проглатывает рыба (второй промежуточный хозяин), в ее мышцах процеркоид переходит в следующую (личиночную) стадию – плероцеркоид.

Человек заражается при употреблении в пищу сырой или полусырой рыбы или свежесоленой икры. При солении, мариновании, жарке мяса плероцеркоиды погибают.

Дифиллоботриоз – опасное заболевание. Паразит ущемляет своими присасывательными щелями слизистую и может вызвать ее омертвление. За счет больших размеров гельминта часто возникает кишечная непроходимость. Появляется эффект отнятия пищи: паразит потребляет питательные вещества из кишечника, а человек их не получает (возникает истощение). Интоксикация является следствием выброса токсических продуктов жизни паразита в кровь. Часто возникает дисбактериоз, так как паразит находится в антагонизме с нормальной кишечной микрофлорой. Возникает нарушение всасывания витамина В12 из кишечника, вследствие чего может возникнуть тяжелая форма В12 — дефицитная анемия фолиевой кислоты.

Диагностика. Обнаружение яиц и обрывков зрелых члеников широкого лентеца в фекалиях.

Профилактика.

1. Личная. Отказ от употребления сырой рыбы (что часто встречается как сложившаяся культурная традиция у народов Крайнего Севера), тщательная термообработка рыбы.

2. Общественная. Охрана водоемов от фекального загрязнения.



## ЛЕКЦИЯ № 7. Тип Круглые черви (Nemathelminthes)

### 1. Особенности строения

Описано более 500 000. видов круглых червей. Обитают они в разных средах: морских и пресных водах, почве, разлагающихся органических субстратах и др. Многие черви приспособились к паразитическому образу жизни.

Главные ароморфозы типа:

- 1) первичная полость тела;
- 2) наличие заднего отдела кишечника и анального отверстия;
- 3) раздельнополость.

У всех круглых червей тело несегментированное, имеет в поперечном сечении более или менее округлую форму. Тело трехслойное, развивается из эндо-, мезо- и эктодермы. Имеется кожно-мышечный мешок. Он состоит из наружной нерастяжимой плотной кутикулы, гиподермы (представленной единой многоядерной цитоплазматической массой без границ между клетками – синцитием) и одного слоя продольных гладкомышечных волокон. Кутикула играет роль наружного скелета (опоры для мышц), защищает от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды. В гиподерме активно протекают процессы обмена веществ. Она же задерживает все токсические для гельминта продукты. Мышечный слой состоит из отдельных клеток, которые сгруппированы в 4 тяжа продольных мышц – спинной, брюшной и два боковых.

Круглые черви имеют первичную полость тела – псевдоцель, которая заполнена жидкостью. В ней расположены все внутренние органы. Они образуют пять дифференцированных систем – пищеварительную, выделительную, нервную, половую и мышечную. Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Кроме этого, жидкость придает телу упругость, играет роль гидроскелета и обеспечивает обмен веществ между внутренними органами.

Пищеварительная система представлена в виде сквозной трубки, которая начинается ротовым отверстием, окруженным кутикулярными губами, на переднем конце тела, а заканчивается – анальным отверстием на заднем конце тела. Пищеварительная трубка состоит из трех отделов – переднего, среднего и заднего. У остриц имеется бульбус – расширение пищевода.

Нервная система состоит из головных ганглиев, окологлоточного кольца и отходящих от него нервных стволов – спинного, брюшного и двух боковых. Наиболее развиты спинной и брюшной нервные стволы. Между стволами имеются соединительные перемычки. Органы чувств развиты очень слабо, представлены осязательными бугорками и органами химического чувства.

Выделительная система построена по типу протонефридиев, но количество выделительных клеток гораздо меньше. Функцией выделения обладают также особые фагоцитарные клетки, которые накапливают продукты обмена веществ и инородные тела, попавшие в полость тела.

У круглых червей появляется раздельнополость. Половые органы имеют трубчатое строение. У самки они обычно парные, у самца – непарные. Мужской половой аппарат состоит из семенника, семяпровода, который переходит в семяизвергательный канал. Он открывается в заднюю кишку. Женский половой аппарат начинается парными яичниками, далее идут два яйцевода в виде трубок и парные матки, которые соединяются в общее влагалище. Размножение круглых червей только половое.

Количество клеток, входящих в состав тела круглых червей, всегда ограничено.

Поэтому они имеют небольшие возможности в плане роста и регенерации.

Медицинское значение имеют представители только одного класса – собственно Круглые черви. Выделяют биогельминтов, которые развиваются с участием

промежуточных хозяев, и геогельминтов, сохранивших связь с внешней средой (их яйца или личинки развиваются в почве).

## 2. Круглые черви – паразиты человека Аскарида

Аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*) – возбудитель аскаридоза. Заболевание распространено практически повсеместно. Вид аскариды человеческой близок по морфологии к свиной аскариде, которая встречается в Юго-Восточной Азии, где может легко заражать человека, а человеческая аскарида – свиней.

Человеческая аскарида – это крупный геогельминт, самки которого достигают в половозрелом состоянии длины 40 см, а самцы – 20 см. Тело аскариды цилиндрическое, сужено к концам. У самца задний конец тела спирально закручен на брюшную сторону.

Зрелые яйца паразита имеют овальную форму, окружены толстой многослойной оболочкой, бугристые. Имеют желтовато-коричневый цвет, размеры до 60 мкм.

Аскарида человеческая – это геогельминт, который паразитирует почти исключительно у человека. Оплодотворенные яйца выводятся из организма человека с фекалиями и для дальнейшего развития должны попасть в почву. Яйца созревают при высокой влажности, наличии кислорода и оптимальной температуре 24–25 °С через 2–3 недели. Они резистентны к действию неблагоприятных факторов окружающей среды (могут сохранять жизнеспособность в течение 6 лет и более).

Человек заражается аскаридами чаще всего через немытые овощи и фрукты, на которых находятся яйца. В кишечнике человека из яйца выходит личинка, которая прodelывает сложные миграции по организму человека. Она прободает стенку кишечника, проникает сначала в вены большого круга кровообращения, потом через печень, правое предсердие и желудочек попадает в легкие. Из капилляров легких она выходит в альвеолы, затем в бронхи и трахею. Это вызывает формирование кашлевого рефлекса, что способствует попаданию паразита в глотку и вторичному заглатыванию со слюной. Попад в кишечник человека повторно, личинка превращается в половозрелую форму, которая способна размножиться и живет около года. Число аскарид, одновременно паразитирующих в кишечнике одного человека, может достигать нескольких сотен или даже тысяч. При этом одна самка за сутки дает до 240 000. яиц.

Патогенное действие. Общая интоксикация продуктами жизнедеятельности аскарид, которые весьма токсичны. Развиваются головная боль, слабость, сонливость, раздражительность, снижаются память и работоспособность. Инвазия большим количеством аскарид может привести к развитию механической кишечной непроходимости, аппендицита, закупорке желчных протоков (при этом развивается механическая желтуха), в печени могут образовываться абсцессы. Известны случаи атипичной локализации аскарид в ухе, горле, печени, сердце. При этом необходимо срочное хирургическое вмешательство. Мигрирующие личинки вызывают разрушение ткани легкого и формирование очагов гнойной инфекции.

Диагностика.

Обнаружение яиц аскариды человеческой в фекалиях больного. Профилактика

1. Личная. Соблюдение правил личной гигиены, тщательное мытье овощей, ягод, фруктов, короткая стрижка ногтей, под которыми могут быть яйца паразита.
2. Общественная. Санитарно-просветительская работа. Запрет удобрения огородов и ягодников фекалиями, не прошедшими специальной обработки.

Острица

Острица детская (*Enterobius vermicularis*) – возбудитель энте-робииоза. Заболевание повсеместно распространено, чаще встречается в детских коллективах (отсюда и название).

Острица – мелкий червь белого цвета. Половозрелые самки достигают в длину 10 мм, самцы – 2–5 мм. Тело прямое, заостренное кзади. Задний конец тела самца спирально

закручен. Яйца острицы бесцветные и прозрачные, овальной формы, несимметричные, уплощенные с одной стороны. Размеры яиц – до 50 мкм.

Острица паразитирует только в организме человека, где половозрелая особь локализуется в нижних отделах тонкого кишечника, питаясь его содержимым. Смены хозяев не происходит. Самка со зрелыми яйцами ночью выходит их заднепроходного отверстия и откладывает в складках ануса огромное количество яиц (до 15000.), после чего погибает. Ползание паразита по коже вызывает зуд.

Характерно, что яйца достигают инвазионной зрелости уже через несколько часов после откладывания. Лица, болеющие энтеробиозом, во сне расчесывают зудящие места, при этом под ногти попадает огромное количество яиц.

С рук они заносятся самим же больным в рот (возникает аутореинвазия) или рассеиваются по поверхности белья и предметам. При проглатывании яиц они попадают в тонкий кишечник, где быстро развиваются половозрелые паразиты. Продолжительность жизни взрослой острицы составляет 56–58 суток. Если за это время не произошло нового самозаражения, наступает самоизлечение человека.

Патогенное действие. За счет зуда промежности у детей часто возникают плохой сон, недосыпание, раздражительность, ухудшение самочувствия, часто снижается успеваемость в школе. При проникновении паразита в червеобразный отросток возможно воспаление последнего, т. е. развитие аппендицита (что бывает чаще, чем при аскаридозе).

Так как паразиты располагаются на поверхности слизистой тонкого кишечника, возможны ее воспаление и нарушение целостности стенки кишки. Эффект отнятия пищи чаще всего не развивается, так как паразит имеет малые размеры и не требует такого количества питательного материала, как, например, ленточные черви.

#### Диагностика

Диагноз ставится на основании обнаружения яиц острицы в материале с перианальных складок и при обнаружении паразитов, выползающих из ануса. В испражнениях больных энтеробиозом острицы и их яйца чаще всего отсутствуют.

#### Профилактика

1. Личная. Тщательное соблюдение правил личной гигиены, санитарное просвещение населения. Тщательное мытье рук, особенно перед едой и после сна, короткая стрижка ногтей. Больным детям на ночь нужно надевать трусики, которые утром тщательно стирать и проглаживать (острицы не выносят высоких температур).

2. Общественная. Регулярное обследование детей (особенно в организованных коллективах) и персонала, работников предприятий общественного питания на энтеробиоз.

#### Власоглав

Власоглав человеческий (*Trichocephalus trichiurus*) – возбудитель трихоцефалеза. Заболевание имеет довольно широкое, практически повсеместное распространение. Возбудитель локализуется в нижних отделах тонкого кишечника (преимущественно в слепой кишке), верхних отделах толстого кишечника.

Половозрелая особь власоглава имеет в длину до 3–5 см. Передний конец туловища значительно уже заднего и нитевидно вытянут. В нем находится только пищевод. Задний конец тела самца спирально закручен и утолщен. В нем расположены половая система и кишечник. Яйца власоглава по форме напоминают бочонки, на концах имеются крышки в виде пробок. Яйца светлые, прозрачные, длиной до 50 мкм. Продолжительность жизни паразита составляет до 6 лет.

Власоглав паразитирует только в организме человека. Смены хозяев не происходит. Это типичный геогельминт, который развивается без миграции (в отличие от аскариды человеческой). Для дальнейшего развития яйца гельминта с фекалиями человека должны попасть во внешнюю среду. Развиваются они в почве в условиях повышенной влажности и достаточно высокой температуры. Яйца достигают инвазионности уже через 3–4 недели после попадания в почву. В яйце формируется личинка. Заражение человека происходит

при проглатывании яиц, содержащих личинки власоглава. Это возможно при употреблении загрязненных яйцами овощей, ягод, фруктов или другой пищи, а также воды.

В кишечнике человека под действием пищеварительных ферментов оболочка яйца растворяется, из него выходит личинка. Половой зрелости паразит достигает в кишечнике человека через несколько недель после заражения.

Патогенное действие. Паразит располагается в кишечнике, где питается кровью человека. Содержимое кишечника он не поглощает, в связи с этим выведение этого паразита из организма человека довольно сложное и требует от врача особой настойчивости (препараты, вводимые перорально, не действуют на паразита). Передний конец тела власоглава довольно глубоко погружается в стенку кишки, что может в значительной степени нарушать ее целостность и вызывать воспаление. Происходит интоксикация организма человека продуктами жизнедеятельности паразита: появляются головные боли, повышенная утомляемость, снижение работоспособности, сонливость, раздражительность. Нарушается функция кишечника, возникают боли в животе, могут быть судороги. Так как паразит питается кровью, может возникать малокровие (анемия). Часто развивается дисбактериоз. При массивной инвазии власоглавы могут вызвать воспалительные изменения в червеобразном отростке (аппендиците).

#### Диагностика

Обнаружение яиц власоглава в фекалиях больного человека. Профилактика.

1. Личная. Соблюдения правил личной гигиены, тщательное мытье овощей, ягод и фруктов.

2. Общественная. Санитарно-просветительская работа с населением, благоустройство общественных уборных и предприятий общественного питания.

#### Трихинелла

Трихинелла (*Trichinella spiralis*) – возбудитель трихинеллеза. Заболевание эпизодически встречается повсеместно на всех континентах и во всех климатических зонах, но существуют определенные природные очаги. В России почти все случаи трихинеллеза встречались в зоне лесов, что говорит о том, что заболевание является природно-очаговым и связано с определенными видами животных, которые на данной территории являются природным резервуаром паразита.

Локализация. Личинки трихинелл обитают в поперечно-полосатой мускулатуре, а половозрелые особи – в тонком кишечнике, где залегают между ворсинок, передним концом тела проникая в лимфатические капилляры.

Морфологически трихинелла – это очень мелкий паразит: самки имеют в длину до 2,5–3,5 мм, а самцы – 1,4–1,6 мм.

Жизненный цикл. Трихинелла – это типичный биогельминт, жизненный цикл которого связан только с организмом хозяина. Попадание в окружающую среду для дальнейшего развития и заражения вовсе не обязательно. Кроме организма человека, трихинеллы паразитируют у свиней, крыс, кошек и собак, волков, медведей, лис и многих других диких и домашних млекопитающих. Любое животное, в организме которого живут трихинеллы, одновременно является и промежуточным, и окончательным хозяином.

Распространение заболевания обычно происходит при поедании животными зараженного мяса. Проглоченные личинки в кишечнике быстро достигают половой зрелости в тонком кишечнике хозяина.

После оплодотворения в кишечнике самцы быстро погибают, а самки на протяжении 2 месяцев рожают около 1500–2000 живых личинок, после чего также гибнут. Личинки пробуравливают стенку кишки, проникают в лимфатическую систему, затем с током крови разносятся по всему организму, но оседают преимущественно в определенных группах мышц: диафрагме, межреберных, жевательных, дельтовидных, икроножных. Период миграции обычно составляет 2–6 недель. Проникнув в мышечные

волокна (часть которых при этом погибает), личинки спирально закручиваются и инкапсулируются (оболочка обызвествляется). В таких плотных капсулах личинки могут жить несколько десятков лет.

Человек заражается при употреблении мяса животных, пораженных трихинеллезом. Термическое воздействие на мясо при обычной кулинарной обработке не оказывает губительного влияния на паразита.

Патогенное действие. Клинические проявления заболевания различны: от бессимптомного течения до летального исхода, что зависит в первую очередь от количества личинок в организме. Инкубационный период – 5—45 дней. Наблюдается общее токсико-аллергическое действие на организм (воздействие продуктов жизнедеятельности паразита и развитие реакций иммунной системы на него). Важно механическое влияние паразита на мышечные волокна, что отражается на работе мышц.

#### Диагностика

Анамнестически – употребление мяса диких животных или непроверенного мяса. Исследование биоптата мышц на наличие паразита. Применяются иммунологические реакции.

#### Профилактика

Термическая обработка мяса. Не следует употреблять в пищу не проверенное ветеринарной службой мясо. Санитарный надзор в свиноводстве, проверка свинины.

#### Анкилостома (кривоголовка)

Кривоголовка двенадцатиперстной кишки (*Ancylostoma duodenale*) – возбудитель анкилостомидоза. Заболевание распространено повсеместно в зонах субтропического и тропического климата с высокими температурами и влажностью. Имеются случаи возникновения очагов заболевания в зонах умеренного климата при условиях повышенной влажности почвы и ее загрязнения фекалиями.

Анкилостомы – это паразиты червеобразной формы красноватого цвета. Самка имеет длину 10–18 мм, самцы – 8–10 мм. Передний конец загнут на спинную сторону (отсюда и название). На головном конце паразита имеется ротовая капсула с 4 хитиновыми зубами. Яйца кривоголовки овальные, прозрачные, с притупленными полюсами, размерами до 60 мкм.

Продолжительность жизни паразита – 4–5 лет. В организме человека обитает в тонком кишечнике (преимущественно в двенадцатиперстной кишке).

Относится к геогельминтам, которые в организме человека проходят миграцию (подобно аскариде). Паразитирует только у человека. Оплодотворенные яйца с фекалиями попадают в окружающую среду, где при благоприятных условиях через сутки из них выходят личинки, называемые рабдитными. Они неинвазивны. Личинки активно питаются фекалиями и гниющими органическими веществами и два раза линяют. После этого личинка приобретает инвазивность (это филяриевидные личинки). В организм человека они могут попасть через рот с загрязненной пищей и водой. Но чаще всего личинки активно внедряются через кожу. Так как заражение происходит в основном при соприкосновении с почвой, чаще всего заражаются лица тех профессий, которые связаны с землей (это землекопы, огородники, шахтеры и др.).

В организме человека происходит миграция личинок. Сначала они проникают из кишечника в кровеносные сосуды, отсюда в сердце и легкие. Поднимаясь по бронхам и трахее, они проникают в глотку, вызывая развитие кашлевого рефлекса. Повторное заглатывание личинок со слюной приводит к тому, что они вновь попадают в кишечник, где поселяются в двенадцатиперстной кишке.

Своей ротовой капсулой кривоголовка захватывает небольшой участок слизистой оболочки и, повреждая ее ворсинки, питается кровью. Паразиты выделяют антикоагулянтные вещества, которые препятствуют свертыванию крови, поэтому могут возникать кишечные кровотечения.

Патогенное действие. Возникает интоксикация организма продуктами

жизнедеятельности паразита. Возможно развитие массивных (за счет длительности) кишечных кровотечений, которые приводят к выраженной анемии. Возможно развитие аллергии на паразита. Появляются боли в животе, расстройства пищеварения, головные боли, слабость, утомляемость. Дети могут заметно отставать в развитии. При отсутствии должного лечения возможен летальный исход.

Диагностика

Обнаружение личинок и яиц в фекалиях

больного. Профилактика.

1. Личная. Не следует ходить без обуви по земле в тех районах, где распространен анкилостомидоз.

2. Общественная. Раннее выявление и лечение больных анкило-стомидозом. В шахтах должна проводиться борьба с паразитами. Все шахтеры должны иметь фляги с чистой водой.

Ришта

Ришта (*Dracunculus medinensis*) – возбудитель драгункулеза. Заболевание широко распространено в странах с тропическим и субтропическим климатом (в Ираке, Индии, экваториальной Африке и др.). Раньше встречалось только в Средней Азии.

Паразит имеет нитевидную форму, длина самки – от 30 до 150 см при толщине 1–1,7 мм, самец – только до 2 см длиной.

Жизненный цикл паразита связан со сменой хозяев и водной средой. Окончательный хозяин – человек, а также обезьяна, иногда – собака и другие дикие и домашние млекопитающие. Промежуточный хозяин – рачки-циклопы. У человека паразит локализуется в подкожной жировой клетчатке преимущественно нижних конечностей. Описаны случаи нахождения ришт под серозной оболочкой желудка, пищевода, мозговыми оболочками.

Самки ришты живородящие. Над передним концом тела самки образуется огромный пузырь, заполненный серозной жидкостью. При этом возникает нарыв, человек ощущает сильнейший зуд. Он проходит при соприкосновении кожи с водой. При опускании ног в воду пузырь лопаются, из него выходит огромное количество живых личинок. Их дальнейшее развитие возможно при попадании в организм циклопов, которые этих личинок заглатывают. В теле циклопа личинки превращаются в микрофиллярии. При питье зараженной воды окончательный хозяин может проглотить циклопа с микрофилляриями. В желудке этого хозяина циклоп переваривается, а микрофиллярия ришты попадает сначала в кишечник, где прободает его стенку и проникает в кровоток. С током крови они заносятся в подкожную жировую клетчатку, где достигают половой зрелости примерно через 1 год и начинают производить личинок.

Развитие паразита в организме зараженных людей происходит синхронно (с интервалом в 1 год). Личинки появляются у самок примерно в одинаковое время у всех носителей паразита. Этим достигается одновременное заражение большого количества циклопов, что повышает вероятность проникновения паразита в организм окончательного хозяина в условиях засушливого климата с редкими дождями.

Патогенное действие. В местах расположения паразита появляются сильный зуд и отвердение кожи. Если паразит расположен рядом с суставом, нарушается его подвижность: больной не может ходить. Возникают болезненные язвы и нарывы на коже, которые могут осложняться вторичной инфекцией. Паразит оказывает также общетоксическое и аллергическое действие на человека за счет выделения в кровь продуктов своего обмена.

Диагностика. При типичной локализации паразита до образования язв на коже возможно визуальное обнаружение половозрелых форм, которые имеют вид извитых, хорошо заметных валиков под кожей. При атипичной локализации (например в серозных и мозговых оболочках) требуется постановка иммунологических проб.

Профилактика.

1. Личная. Не следует пить нефильТРованную и некипяченую воду из открытых водоемов в очагах заболевания.

2. Общественная. Своевременное выявление и лечение больных, охрана мест водоснабжения, организация водопроводов в общественных местах.

Есть старинная поговорка: «Если попьет святой воды в Бухаре, прорвется и у него ришта на ноге». Круглые черви – биогельминты

Биогельминты – это паразиты, которые развиваются при участии промежуточных хозяев. Среди круглых червей только относительно небольшая группа паразитов нуждается в переносчиках, т. е. передается трансмиссивно. Все они встречаются в тропическом и субтропическом климате. Относятся к семейству Fil-lariodea и вызывают сходные заболевания – филляриатозы.

Роль основного хозяина выполняют человек, человекообразные обезьяны и другие млекопитающие. Переносчики – кровососущие насекомые (комары, мошки, слепни, мокрецы).

Половозрелые особи (филлярии) обитают в тканях внутренней среды. Они рожают личинки (микрофиллярии), которые периодически поступают в кровь и лимфу. При укусе кровососущим насекомым личинки поступают в его желудок, оттуда – в мышцы, где достигают инвазионности и переходят в хоботок насекомого. При укусе основного хозяина переносчик заражает его паразитом в инвазионной стадии. Так как в организме переносчиков происходит и развитие паразита, он одновременно является и промежуточным хозяином (они всегда специфичны для каждого вида филлярий).

Выход филлярий в кровяное русло всегда сочетается со временем максимальной активности переносчика. Если переносчиками являются комары, личинки выходят в кровотоки вечером и ночью, если слепни, то они выходят преимущественно днем и утром. Когда филлярии переносятся мокрецами или мошками, выход паразита лишен периодичности, так как жизнедеятельность мокрецов определяется в основном влажностью.

Основные виды филлярий – паразитов человека.

1. *Wuchereria bancrofti*. Встречается в экваториальной Африке, Азии, Южной Америке. Переносчики – комары. Окончательный хозяин – человек, а также обезьяны. В их организме паразиты локализуются в лимфоузлах и сосудах, вызывая застой крови и лимфы, появляются слоновость, аллергияция.

2. *Brugia malayi*. Распространена в Юго-Восточной Азии. Переносчики – комары. Окончательный хозяин – человек, а также высшие обезьяны, кошачьи. Локализация и патогенное действие такие же, как у *Wuchereria bancrofti*.

3. *Opocerca volvulus*. Встречается в экваториальной Африке, Центральной, Северной и Южной Америке. Переносчики – мошки. Окончательный хозяин – человек. В организме паразиты локализуются под кожей груди, головы, конечностей, вызывают образование болезненных узелков. При локализации в области глаз возможна слепота.

4. *Loa loa*. Распространена в Западной Африке. Переносчики – слепни. Окончательный хозяин – человек, а также обезьяны. Локализация в организме: под кожей и слизистыми оболочками, где возникают болезненные узелки и нарывы.

5. *Mansonella*. Встречается в Центральной и Южной Америке. Переносчики – мокрецы. Окончательный хозяин – человек, в организме которого паразит локализуется в жировой ткани, под серозными оболочками, в брыжейке кишечника.

6. *Acantocheilonema*. От предыдущего заболевания отличается ареалом паразита: это Южная Америка, экваториальная Африка.

Диагностика обнаружение в крови микрофиллярий. Кровь нужно брать в то время суток, когда обнаружение паразита вероянее всего.

Профилактика.

Борьба с переносчиками. Раннее выявление и лечение больных.

## ЛЕКЦИЯ № 8. Тип Членистоногие

### 1. Разнообразие и морфология членистоногих

К членистоногим Arthropoda относится более 1 500 000 млн видов. Наибольшее медицинское значение имеют представители классов Паукообразные (их изучает арахнология) и Насекомые (их изучает энтомология), изучением патогенного действия которых занимается раздел медицинской паразитологии – арах-ноэнтмология. Среди представителей этих классов встречаются постоянные и временные паразиты человека, промежуточные хозяева других паразитов, переносчики инфекционных и паразитарных заболеваний, ядовитые и опасные для человека виды (скорпионы, пауки и др.). Класс Ракообразные содержит лишь некоторые виды, которые являются промежуточными хозяевами для некоторых гельминтов (например, сосальщиков).

Ароморфозы типа Членистоногие:

- 1) наружный скелет;
- 2) членистые конечности;
- 3) поперечно-полосатая мускулатура;
- 4) обособление и специализация мышц.

Тип Членистоногие включает в себя подтипы Жабернодышащие (медицинское значение имеет класс Ракообразные), Хелице-ровые (класс Паукообразные) и Трахейнодышащие (класс Насекомые).

В классе Паукообразные медицинское значение имеют представители отрядов скорпионы (Scorpiones), Пауки (Arachnei) и Клещи (Acari).

Морфология

Для членистоногих характерна трехслойность тела, т. е. развитие из трех зародышевых листков. Имеются билатеральная симметрия и гетерономная членистость тела (сегменты тела имеют разное строение и выполняемые функции). Характерно наличие метамерно расположенных членистых конечностей. Тело состоит из сегментов, которые формируют три отдела – голову, грудь и брюшко. Некоторые виды имеют единую головогрудь, у других сливаются все три отдела. Членистые конечности работают по принципу рычага. Имеется наружный хитиновый покров, который выполняет защитную роль и предназначен для прикрепления мышц (наружный скелет). В силу нерастяжимости хитинизированной кутикулы рост членистоногих связан с линькой. У высших ракообразных хитин пропитан солями кальция, у насекомых – белками. Полость тела – миксоцель, образуется в результате слияния первичной и вторичной эмбриональных полостей.

Характерно наличие пищеварительной, выделительной, дыхательной, кровеносной, нервной, эндокринной и половой систем.

Пищеварительная система имеет три отдела – передний, средний и задний. Заканчивается анальным отверстием. В среднем отделе имеются сложные пищеварительные железы. Передний и задний отделы имеют кутикулярную выстилку. Характерно наличие сложно устроенного ротового аппарата.

Выделительная система у разных видов построена по-разному. Представлена видоизмененными метанефридиями (зелеными или коксальными железами) или мальпигиевыми сосудами.

Строение органов дыхания зависит от той среды, где обитает животное. У водных представителей – это жабры, у наземных видов – мешковидные легкие или трахеи. Жабры и легкие являются видоизмененными конечностями, трахеи – впячиваниями покровов.

Кровеносная система незамкнутая. На спинной стороне тела имеется пульсирующее сердце. Кровь переносит только питательные вещества, но не кислород.

Нервная система построена из головного нервного узла, окологлоточных комиссур и брюшной нервной цепочки из частично сросшихся нервных узлов. Самые крупные



ганглии – подглоточный и надглоточный – расположены на переднем конце тела. Прекрасно развиты органы чувств – обоняния, осязания, вкуса, зрения, слуха, органы равновесия.

Имеются эндокринные железы, которые, как и нервной система, играют регуляторную

роль.

Большинство представителей типа раздельнополы. Выражен половой диморфизм.

Размножение только половое. Развитие прямое или непрямое, в последнем случае – с полным или неполным метаморфозом.

## 2. Клещи

Относятся к подтипу Хелицеровые, классу Паукообразные. Представители этого отряда имеют несегментированное тело овальной или шаровидной формы. Оно покрыто хитинизированной кутикулой. Имеется 6 пар конечностей: 2 первые пары (хелицеры и педипальпы) сближены и образуют сложно устроенный хоботок. Педипальпы также выполняют функцию органов осязания и обоняния. Остальные 4 пары конечностей служат для передвижения, это ходильные ножки.

Пищеварительная система приспособлена к питанию полужидкой и жидкой пищей. В связи с этим глотка паукообразных служит сосательным аппаратом. Имеются железы, которые вырабатывают слюну, застывающую при укусе клеща.

Дыхательная система состоит из листовидных легких и трахей, которые открываются на боковой поверхности тела отверстиями – стигмами. Трахеи образуют систему разветвленных трубочек, которые подходят ко всем органам и несут кислород непосредственно к ним.

Кровеносная система у клещей построена наименее просто по сравнению с другими паукообразными. У них она либо отсутствует вовсе, либо состоит из мешковидного сердца с отверстиями.

Нервная система характеризуется высокой концентрацией составляющих ее частей. У некоторых видов клещей вся нервная система сливается в один головной ганглий.

Все паукообразные являются раздельнополыми. При этом половой диморфизм выражен довольно ярко.

Развитие клещей протекает с метаморфозом. Половозрелая самка откладывает яйца, из которых вылупляются личинки, имеющие 3 пары ног. Также у них нет стигм, трахей и полового отверстия. После первой линьки личинка превращается в нимфу, у которой есть 4 пары ног, но, в отличие от взрослой стадии (имаго), у нее все еще недоразвиты половые железы. В зависимости от вида клеща может наблюдаться одна нимфальная стадия или несколько. После последней линьки нимфа превращается в имаго.

Среди клещей есть свободноживущие виды, которые являются хищниками. Есть виды, которые являются паразитами человека, животных и растений. Многие болезни культурных растений вызываются клещами различных видов. Некоторые клещи приспособились к проживанию в человеческом жилище. Это домашние клещи. Другие клещи приспособились к временному эктопаразитизму (т. е. к обитанию на поверхности тела человека и других животных). Однако большую часть своей жизни они все же проводят в естественной среде обитания, поэтому эти виды не претерпели глубокой дегенерации строения. К ним можно отнести представителей семейств Иксодовые и Аргазовые.

Небольшая часть видов приспособилась к постоянному паразитизму на человеке. Именно они и претерпели наиболее глубокую дегенерацию строения и адаптацию к паразитизму. К ним относятся чесоточный зудень (возбудитель чесотки) и железница угревая, которая обитает в сальных железах и фолликулах кожи.

Чесоточный зудень

Чесоточный зудень (*Sarcoptes scabiei*) – возбудитель чесотки человека (*scabies*).

Относится к постоянным паразитам человека, в организме которого обитает в роговом слое эпидермиса. Заболевание распространено повсеместно, так как паразит неразрывно связан с человеком. Близкие виды могут вызывать также чесотку у домашних и диких животных, но строгой специфичности по отношению к хозяину они не имеют, поэтому на человеке могут паразитировать чесоточные зудни собак, кошек, лошадей, свиней, овец, коз и др. Они живут недолго, но вызывают характерные изменения на коже.

Размеры паразита микроскопические: длина самки – до 0,4 мм, самца – около 0,3 мм. Все тело покрыто щетинками разной длины, на конечностях имеются присоски. Конечности сильно редуцированы. Ротовой аппарат приспособлен к прогрызанию ходов в коже человека, куда самка откладывает яйца (до 50 штук за всю жизнь, которая длится до 15 суток). Здесь же протекает и метаморфоз (за 1–2 недели). Для проникновения в кожу паразит выбирает самые нежные места: межпальцевые промежутки, половые органы, подмышечные впадины, живот. Длина хода, который проделывает самка, достигает 2–3 мм (самцы ходов не делают). Когда клещи перемещаются в толще кожи, они раздражают нервные окончания, что вызывает нестерпимый зуд. Деятельность клещей усиливается к ночи. При расчесывании ходы клещей вскрываются. Личинки, яйца и взрослые клещи при этом рассеиваются по белью больного и окружающим предметам, что может способствовать заражению здоровых лиц. Заразиться чесоткой можно при пользовании личной одеждой, постельным бельем и вещами больного человека.

#### Диагностика

Поражения этими клещами очень характерны. На коже обнаруживаются прямые или извитые полоски грязно-белого цвета. На одном их конце можно найти пузырек, в котором находится самка. Его содержимое можно перенести на предметное стекло и микроскопировать в капле глицерина.

#### Профилактика

Соблюдение правил личной гигиены, поддержание чистоты тела. Раннее выявление и лечение больных, дезинфекция их белья и личных вещей, санитарное просвещение. Санитарный надзор за общежитиями, общественными банями и др.

#### Железница угревая

Железница угревая (*Demodex folliculorum*) – возбудитель де-модекоза. Обитает в сальных железах, волосяных фолликулах кожи лица, шеи и плеч, располагаясь группами. У ослабленных людей, склонных к аллергии, паразит может активно размножаться. При этом происходит закупорка протоков желез и развивается массивная угревая сыпь.

У здоровых людей с хорошим иммунитетом заболевание может протекать бессимптомно. Расселение паразита происходит при пользовании общим бельем и предметами личной гигиены.

#### Диагностика

Выдавленное содержимое железы или волосяного фолликула микроскопируют на предметном стекле. Можно обнаружить взрослого паразита, личинку, нимфы и яйца.

#### Профилактика

Соблюдение правил личной гигиены. Лечение основного заболевания, вызывающего ослабление иммунитета. Выявление и лечение больных.

### 3. Клещи – обитатели жилища человека

Эти клещи приспособились к обитанию в человеческом жилище, где находят себе пропитание. Представители этой группы клещей очень мелкие, обычно меньше 1 мм. Ротовой аппарат грызущего типа: хелицеры и педипальпы приспособлены к захвату и измельчению пищи. Эти клещи могут активно передвигаться по жилью человека в поисках пищи.

К этой группе клещей можно отнести мучного и сырного клещей, а также так называемых домашних клещей – постоянных обитателей человеческого дома. Питаются они пищевыми запасами: мукой, зерном, копченым мясом и рыбой, сушеными овощами и

фруктами, слущенными частицами эпидермиса человека, спорами плесневых грибов.

Все эти виды клещей могут представлять для человека определенную опасность. Во-первых, они могут проникать с воздухом и пылью в дыхательные пути человека, где вызывают заболевание акаридоз. Появляются кашель, чихание, першение в горле, часто рецидивирующие простудные заболевания и повторные пневмонии. Кроме этого, клещи этой группы могут попадать с испорченными пищевыми продуктами в желудочно-кишечный тракт, вызывая тошноту, рвоту, расстройство стула. Некоторые виды этих клещей приспособились к обитанию в условиях бескислородной среды толстого кишечника, где могут даже размножаться. Клещи, которые поедают пищевые продукты, портят их и делают несъедобными. Кусая человека, они могут вызывать развитие контактных дерматитов (воспалений кожи), которые носят названия зерновой чесотки, чесотки бакалейщиков и др.

Меры борьбы с клещами, обитающими в пищевых продуктах, заключаются в понижении влажности и температуры в тех помещениях, где они хранятся, так как эти факторы играют большую роль в развитии и размножении клещей. Особый интерес в последнее время вызывает так называемый домашний клещ, который стал постоянным обитателем большинства человеческих домов.

Обитает он в домашней пыли, матрацах, на постельном белье, в диванных подушках, на шторах и т. д. Наиболее известный представитель группы домашних клещей – это *Dermatophagoides pteronyssinus*. Он имеет чрезвычайно малые размеры (до 0,1 мм). В 1 г домашней пыли может быть обнаружено от 100 до 500 особей этого вида. В матраце одной двуспальной кровати может обитать одновременно популяция, насчитывающая до 1 500 000 особей.

Патогенное действие этих клещей заключается в том, что они вызывают сильнейшую аллергизацию организма человека. При этом особое значение имеют аллергены хитинового покрова тела клеща и его фекалии. Исследования показали, что клещи домашней пыли играют важнейшую роль в развитии бронхиальной астмы. Кроме того, они могут вызвать развитие контактных дерматитов у лиц с повышенной чувствительностью кожи.

Борьба с клещами домашней пыли состоит в как можно более частой влажной уборке помещений, использовании пылесоса. Рекомендуется замена подушек, одеял, матрацев из натуральных материалов синтетическими, в которых клещи обитать не могут.

#### **4. Семейство Иксодовые клещи**

Все иксодовые клещи являются временными кровососущими эктопаразитами человека и животных. Временный хозяин, на котором они питаются, называется хозяином-прокормителем. Это довольно крупные клещи (их размер до 2 см в зависимости от степени насыщения). Характерной особенностью этих клещей является то, что покровы тела и пищеварительная система самки сильно растяжимы. Это позволяет им питаться редко (иногда раз в жизни), но помногу. Ротовой аппарат приспособлен для прокалывания кожи и высасывания крови. Хоботок имеет гипостом: длинный уплощенный вырост, на котором расположены острые, направленные кзади зубцы. Хелицеры зазубрены с боковых сторон. С их помощью на коже хозяина образуется ранка, в которую погружается гипостом. При укусе в ранку вводится слюна, которая застывает вокруг хоботка. Так клещ может плотно прикрепляться к телу хозяина и обитать на нем долгое время (иногда до 1 месяца).

У самки хитиновый щиток покрывает не более половины поверхности тела, поэтому они могут поглощать значительное количество крови. Самцы же покрыты нерастяжимым хитиновым щитком полностью. Иксодовые клещи обладают значительной плодовитостью, которая противостоит их массовой гибели в период голодания и отсутствия хозяина-прокормителя. После питания самка откладывает в землю (норы мелких грызунов, трещины почвы, лесную подстилку) до 20 000 яиц. Но до половозрелого состояния из них доживает лишь небольшое число. Из яйца вылупляется личинка, которая

питается обычно однократно на мелких млекопитающих (грызунах, насекомоядных). Затем сытая личинка падает на землю, линяет и превращается в нимфу. Она крупнее предыдущей стадии и питается на зайцах, белках, крысах. После линьки она превращается в половозрелую особь – имаго. Взрослый клещ сосет кровь крупных домашних и диких млекопитающих (лис, волков, собак) и человека.

Чаще всего клещ во время развития меняет трех хозяев, на каждом из которых он питается только один раз.

Многие иксодовые клещи пассивно подстерегают своих хозяев, но в таких местах, где встреча максимально вероятна: на концах веточек на высоте до 1 м по тропкам, где передвигаются животные. Однако некоторые виды способны совершать активные поисковые движения.

Многие иксодовые клещи являются переносчиками возбудителей опасных заболеваний человека и животных. Среди этих заболеваний наиболее известны клещевой весенне-летний энцефалит (это вирусное заболевание). Вирусы размножаются в организме клеща и накапливаются в слюнных железах и яичниках. При укусе вирусы попадают в ранку (происходит трансмиссивная передача вируса). При откладывании яиц вирусы передаются последующим поколениям клещей (трансовариальная передача – через яйца).

Среди иксодовых клещей в качестве переносчиков и природных резервуаров заболеваний имеют значение следующие виды: таежный клещ (*Ixodes persulcatus*), собачий клещ (*Ixodes ricinus*), клещи рода *Dermatocenter* (пастбищный клещ) и *Hyalomma*

## **5. Представители семейства Иксодовые клещи. Морфология, патогенное значение**

Длина клещей – 1—10 мм. Описано около 1000 видов иксодовых клещей. Плодовитость – до 10 000, у некоторых видов – до 30 000 яиц. Являются переносчиками возбудителей клещевого энцефалита, клещевого сыпного тифа, туляремии, геморрагической лихорадки, ку-лихорадки, а также пироплазмозов домашних животных.

### **Собачий клещ**

Собачий клещ (*Ixodes ricinus*) встречается по всей Евразии в смешанных и лиственных лесах, кустарниковых зарослях.

Поддерживает существование в природе очагов туляремии среди грызунов, от которых заболевание передается человеку и домашним животным.

Тело клеща овальное, покрыто эластичной кутикулой. Самцы достигают длины 2,5 мм, их окраска коричневая. Голодная самка также имеет коричневое тело. По мере насыщения кровью цвет изменяется от желтого до красноватого. Длина голодной самки – 4 мм, сытой – до 11 мм в длину. На спинной стороне имеется щиток, который у самцов покрывает всю спинную сторону. У самок, личинок и нимф хитиновый щиток небольшой и покрывает лишь участок передней части спины. На остальных частях тела покровы мягкие, что обеспечивает возможность значительного увеличения объема тела при поглощении крови. Цикл развития длительный – до 7 лет.

Собачий клещ паразитирует на многих диких и домашних животных (в том числе на собаках) и человеке; присасывается к хозяину на несколько суток. Помимо того, что он является переносчиком возбудителя туляремии, он еще вызывает и местное раздражающее действие, кусая хозяина. При инфицировании ранки могут возникать тяжелые гнойные осложнения вследствие присоединения бактериальной инфекции.

### **Таежный клещ**

Таежный клещ (*Ixodes persulcatus*) распространен в таежной зоне Евразии от Дальнего Востока до гор Центральной Европы (в том числе на европейской части России). Он является переносчиком возбудителя тяжелого вирусного заболевания – таежного клещевого энцефалита. Этот вид наиболее опасен для человека, так как чаще других нападает на него.

По морфологии таежный клещ схож с собачьим. Отличается лишь некоторыми особенностями строения и более коротким циклом развития (2–3 года).

Таежный клещ паразитирует на многих млекопитающих и птицах, что поддерживает циркуляцию вируса энцефалита. Основным природным резервуаром вируса таежного энцефалита являются бурундуки, ежи, полевки и другие мелкие грызуны, птицы. Из домашних животных клещи чаще всего нападают на коз. Это связано с особенностями пищевого поведения коз: они предпочитают продираться через кустарник. При этом на их шерсть попадают клещи. Сами козы болеют клещевым энцефалитом в легкой форме, но передают вирус человеку с молоком.

Таким образом, для вируса клещевого энцефалита характерны трансмиссивный (через переносчика-клеща при кровососании) и трансовариальный (самкой через яйца) пути передачи.

Другие иксодовые клещи

В степной и лесной зонах обитают представители рода *Derma-tocenter*. Их личинки и нимфы питаются кровью мелких млекопитающих (в основном грызунов). *Dermatocenter pictus* (населяет лиственные и смешанные леса) и *Dermatocenter marginatus* (обитает в степной зоне) являются переносчиками возбудителя туляремии. В теле клещей возбудители обитают годами, поэтому очаги болезни существуют до сих пор. *Dermatocenter marginatus* переносит также возбудителя бруцеллеза, который поражает мелкий и крупный рогатый скот, свиней и человека.

*Dermatocenter nuttalli* (обитает в степях Западной Сибири и в Забайкалье) поддерживает существование в природе очагов клещевого сыпного тифа (возбудитель – спирохеты).

## **6. Представители семейства Аргазовые клещи. Морфология, цикл развития**

Представители семейства Аргазовые клещи являются обитателями естественных и искусственных закрытых помещений. Они поселяются в норах и логовищах животных, пещерах, жилых и нежилых постройках (преимущественно из глины). Клещи распространены главным образом в странах с теплым и жарким климатом, часто встречаются в Закавказье и Средней Азии.

В отличие от иксодовых клещей ротовой аппарат у аргазовых клещей расположен на вентральной стороне тела и не выступает вперед. Хитиновый щиток на спинной стороне отсутствует. Вместо него имеются многочисленные хитиновые бугорки и выросты, поэтому наружные покровы тела сильно растяжимы. По краю тела проходит широкий рант. Длина голодных клещей – 2—13 мм.

Условия обитания этих клещей более благоприятные, чем у иксодовых, поэтому они погибают не в таких количествах. В связи с этим самки откладывают меньшее число яиц (до 1000, в одной кладке – до 200). В течение жизни паразиты питаются несколько раз и каждый раз на новом хозяине. Это связано с тем, что местообитание этих клещей животные посещают редко. Сосание длится от 3 до 30 мин.

Так как питание самки не такое обильное, яиц у нее созревает меньше. Но аргазовые клещи способны их откладывать несколько раз в течение всей жизни. Убежище этих клещей может не посещаться хозяевами очень долго, поэтому клещи могут не питаться годами – до 11 лет, используя те запасы крови, которые они получили от предыдущего хозяина. В связи с этим цикл развития может затягиваться на долгое время – до 20–28 лет.

В цикле развития аргазовых клещей происходит смена нескольких поколений нимф: нимфы 1, нимфы 2, нимфы 3 (иногда и более), и лишь затем следует имаго. Если хозяин на какой-либо фазе не появляется в убежище, развитие приостанавливается. Заселение новых убежищ происходит очень медленно.

Типичный представитель – поселковый клещ (*Ornithodoros papillipes*). Он является переносчиком возбудителей клещевого возвратного энцефалита – спирохет рода *Borrelia*. Спирохеты размножаются в кишечнике клещей, а затем проникают во все внутренние

органы (в том числе в яичники), что важно для транс-вариальной передачи спирохет последующим поколениям клещей. Попадание спирохет в организм человека происходит через хоботок при укусе, а также при попадании на кожу фекалий и продуктов выделения клещей.

Поселковый клещ имеет темно-серую окраску. Длина самки – 8 мм, самца – до 6 мм. Питается на грызунах, летучих мышах, жаворонках, а также на домашних животных – собаках, крупном рогатом скоте, лошадях, кошках и др. Взрослые особи могут голодать до 15 лет.

Профилактика клещевого возвратного энцефалита.

1. Личная. Защита от нападения клещей: не спать и не лежать в пещерах и зданиях, где предположительно могут быть клещи, использование индивидуальные отпугивающие средства против этих паразитов.

2. Общественная. Уничтожение клещей и грызунов, которые являются их переносчиками, снос и сжигание старых глинобитных помещений, заселенных клещами.

# ЛЕКЦИЯ № 9. Класс Насекомые (тип Членистоногие, подтип Трахейнодышащие)

## 1. Морфология, физиология, систематика

Класс Насекомые является самым многочисленным классом животных и насчитывает более 1 млн видов. Тело насекомых делят на три отдела: голову, грудь и брюшко. Покровы тела представлены одним слоем клеток гиподермы, выделяющих на своей поверхности органическое вещество – хитин. Хитин образует плотный панцирь, защищающий тело насекомых, а также служащий местом прикрепления мышц, выполняющая функцию наружного скелета. На голове насекомых находятся органы чувств – усики и глаза, а также сложный ротовой аппарат, строение которого зависит от способа питания: грызущий, лижущий, сосущий, колюще-сосущий и др. Грудь насекомых включает три сегмента, каждый из которых несет по одной паре ходильных ног, строение которых у разных видов различно и зависит от способа передвижения и двигательной активности. Конечности, лежащие вблизи ротового отверстия, несут осязательные щетинки, выполняющие функцию органа обоняния, служат для захватывания и перетирания пищи. Брюшко конечностей не имеет. Кроме того, у большинства свободноживущих насекомых на груди имеются две пары крыльев.

Мускулатура насекомых развита хорошо и состоит из поперечно-полосатых мышечных волокон, формирующих отдельные мышцы. ЦНС состоит из головного ганглия, окологлоточного нервного кольца и брюшной нервной цепочки. Полость тела у насекомых смешанная (миксоцель), образованная слиянием первичной и вторичной полостей тела. Органы дыхания насекомых – трахеи. Органы пищеварения состоят из передней, средней и задней кишок. Передняя и задняя кишка имеют хитиновую выстилку. Передняя кишка разделяется на глотку, зоб и жевательный желудок. Средняя кишка служит для переваривания и всасывания пищи. Органы выделения представлены мальпигиевыми сосудами, лежащими в полости тела и открывающимися в кишечник на границе средней и задней кишок. Кровеносная система незамкнутая и не выполняет функцию газообмена. Насекомые имеют на спинной стороне сердце, состоящее из нескольких камер, снабженных клапанами. Насекомые – раздельнополые животные. Развитие насекомых происходит с метаморфозом – неполным, когда из яйца вылупляется личинка, похожая на взрослую особь, или полным, когда онтогенез включает в себя стадию куколки.

Насекомых, имеющих медицинское значение, делят на:

- 1) синантропные виды, не являющиеся паразитами;
- 2) временных кровососущих паразитов;
- 3) постоянных кровососущих паразитов;
- 4) тканевых и полостных личиночных паразитов. Особенности насекомых, способствовавшие их широкому распространению:
  - 1) способность к полету, позволяющая быстро осваивать новые территории;
  - 2) большая подвижность и разнообразие движений, связанные с развитой мускулатурой;
  - 3) хитиновый покров, выполняющий в первую очередь защитную функцию;
  - 4) разнообразие способов размножения (половое размножение, партеногенез различных видов);
  - 5) высокая плодовитость и способность к массовому размножению;
  - 6) разнообразие способов постэмбрионального развития;
  - 7) высокая выживаемость.

## 2. Отряд Вши

У человека паразитируют два вида вшей: вошь человеческая и вошь лобковая (площица). Вид Вошь человеческая представлен двумя подвидами: Вошь головная и Вошь платяная.

Вошь платяная встречается в странах с холодным и умеренным климатом.

Лобковая вошь встречается реже, но распространена во всех климатических поясах.

Она обитает на лобке, в подмышечных впадинах, реже – на бровях, ресницах, в бороде.

Наличие у человека платяной и головной вши называется педикулезом, паразитирование лобковой вши называют фтириазом.

Общими признаками для всех видов вшей являются малые размеры, упрощенный цикл развития (развитие с неполным метаморфозом), конечности, приспособленные к фиксации на коже, волосах и одежде человека, ротовой аппарат колюще-сосущего типа; крылья отсутствуют.

Вошь платяная – самая крупная, достигает размеров до 4,7 мм. Платяная и головная вши имеют четко разграниченные голову, грудь и брюшко. У лобковой вши грудь и брюшко слились. Платяная вошь живет около 50 суток, головная – до 40, а лобковая – до 30. Головная и платяная вши питаются кровью человека 2–3 раза в сутки, а лобковая – почти непрерывно, малыми порциями. Самки платяной и головной вшей откладывают до 300 яиц за всю жизнь, лобковой – до 50 яиц. Яйца вшей (так называемые гниды) мелкие, продолговатой формы, белого цвета, фиксируются на волосах или волокнах одежды. Они очень устойчивы к механическим и химическим воздействиям.

Слюна вшей токсична. В месте укуса вши она вызывает чувство зуда и жжения, у некоторых людей может вызывать аллергические реакции. На месте укусов остаются мелкоточечные кровоизлияния (петехии). Зуд в месте укуса заставляет человека расчесывать кожу до образования ссадин, которые могут инфицироваться и нагнаиваться. При этом волосы на голове склеиваются, спутываются, и образуется колтун.

Лобковая вошь является только паразитом и не переносит заболеваний. Головная и платяная вши являются специфическими переносчиками возбудителей возвратного и эпидемического сыпного тифа, волынской лихорадки. Возбудители возвратного тифа размножаются и созревают в полости тела вшей, заражение человека происходит при раздавливании вшей и попадании их гемолимфы в ранку от укуса или в ссадины после расчесов. Возбудители эпидемического сыпного тифа и волынской лихорадки размножаются в толще кишечной стенки вшей, выделяясь во внешнюю среду с фекалиями. Заражение человека этими заболеваниями происходит при попадании фекалий вшей с возбудителями в дефекты кожи или на слизистые оболочки глаз и дыхательных путей.

**Профилактика**

Соблюдение правил личной гигиены, особенно в местах большого скопления людей. Для лечения применяют наружные и внутренние средства: мази и шампуни,

содержащие инсектициды, а также лекарственные препараты, принимаемые внутрь. В борьбе с уже имеющимся педикулезом применяют обработку белья в дезинфекционных камерах и коротко подстригают волосы больных.

## 3. Отряд Блохи

Для всех представителей отряда Блохи характерны малые размеры тела (1–5 мм), сплюснутость его с боков, способствующая передвижению среди шерсти животного-хозяина, наличие на поверхности тела щетинок, растущих в направлении спереди назад. Задние ноги у блох удлиненные, прыгательные. Лапки всех ног пятичленные, хорошо развитые, заканчиваются двумя коготками. Голова маленькая, на голове короткие усики, перед которыми располагается по одному простому глазку. Ротовой аппарат блох



приспособлен для прокалывания кожи и высасывания крови животного-хозяина.

Прокол кожи осуществляется зазубренными жвалами. Желудок блох способен значительно увеличиваться. Самцы блох мельче самок. Оплодотворенные самки с силой выбрасывают яйца порциями по несколько штук так, что яйца не остаются на шерсти животного, а падают на землю в его норе. Из яйца появляется безногая, но очень подвижная червеобразная личинка с хорошо развитой головой. Для дальнейшего развития личинка нуждается в достаточной влажности, поэтому она зарывается в землю или мусор в гнезде или норе хозяина. Личинка питается разлагающимися органическими остатками, в том числе остатками непереваренной крови, содержащейся в испражнениях взрослых блох. Блохи относятся к насекомым с полным превращением. Выросшая личинка окружает себя паутинным коконом, снаружи покрывающимся пылью и песчинками, и окукливается в нем. Куколка у блох типичная свободная. Вышедшая из куколки взрослая блоха подкарауливает животное-хозяина. В связи с паразитическим образом жизни у блох отсутствуют крылья, орган зрения редуцирован. Наиболее известными представителями отряда Блох и являются блоха крысиная и блоха человеческая. Эти виды питаются соответственно кровью крыс и человека, но при отсутствии своих хозяев могут паразитировать на любых других животных. Блоха крысиная обитает в крысиных норах, человеческая – в труднодоступных местах жилища человека (в щелях, трещинах пола, за плинтусами). В местах своего обитания самки блох откладывают яйца, из которых затем развиваются червеобразные личинки. Некоторое время они питаются органическими веществами, в том числе фекалиями взрослых блох, через 3–4 недели окукливаются и превращаются во взрослых блох.

Человека блохи кусают ночью. Токсические вещества их слюны вызывают сильный зуд.

Блохи являются переносчиками возбудителей чумы. Они кусают животное-носителя и

вместе с кровью всасывают бактерии чумы. В желудке блохи бактерии очень активно размножаются, образуя пробку из чумных палочек – чумной блок. Из-за того, что пробка занимает весь объем желудка блохи, новые порции крови уже не вмещаются. Голодная блоха делает многократные попытки кровососания. Кусая здоровое животное или человека, в первую очередь блоха отгрызает в ранку чумную пробку. В кровь хозяина поступает большое количество возбудителей, чему способствует расчесывание места укуса. Природными резервуарами чумы служат крысы, суслики, хорьки и др. Грызуны являются источниками и других инфекций: туляремии, крысиного сыпного тифа.

#### **4. Особенности биологии развития комаров рода *Anopheles*, *Aedes*, *Culex***

Для комаров (отряд Двукрылые, подотряд Длинноусые) характерными внешними чертами являются тонкое тело, длинные ноги и маленькая головка с ротовым аппаратом хоботкового типа. Комары распространены повсеместно, особенно в зонах теплого влажного климата. Комары являются переносчиками более 50 заболеваний. Комары – представители родов *Culex* и *Anopheles* (немалярийные) являются переносчиками возбудителей японского энцефалита, желтой лихорадки, сибирской язвы, представители рода *Anopheles* (малярийные комары) – переносчики малярийного плазмодия. Немалярийные и малярийные комары отличаются друг от друга на всех стадиях жизненного цикла.

Все комары откладывают яйца в воду или влажную почву около водоемов. Яйца комаров рода *Anopheles* располагаются на поверхности воды по одному, каждое яйцо имеет два воздушных поплавка. Их личинки располагаются под водой параллельно ее поверхности, на предпоследнем членике они имеют два дыхательных отверстия. Куколки имеют форму запятых, развиваются под поверхностью воды и дышат кислородом через дыхательные рожки в виде широких воронок. Взрослые комары рода *Anopheles*, сидя на предметах, поднимают тело вверх, а головку держат книзу, образуя острый угол с

поверхностью. По обеим сторонам от их хоботка располагаются равные ему по длине нижнечелюстные щупики. Комары родов *Culex* и *Aedes* откладывают яйца, располагающиеся в воде группами. Личинки в воде лежат под углом к ее поверхности и на предпоследнем членике имеют длинный дыхательный сифон. Куколки также имеют вид запятой, но их дыхательные рожки имеют форму тонких цилиндрических трубочек. Нижнечелюстные щупики взрослых комаров едва достигают трети длины хоботка. Сидя на предметах, комары держат тело параллельно их поверхности.

Малярийный комар является окончательным хозяином, а человек – промежуточным хозяином простейшего малярийного плазмодия (тип споровиков). Цикл развития малярийного плазмодия состоит из трех частей:

- 1) шизогония – бесполое размножение путем множественного деления;
- 2) гаметогония – половое размножение;
- 3) спорогония – образование специфических для споровиков форм (спорозоитов).

Прокалывая кожу здорового человека, инвазионный комар вводит в его кровь слюну,

содержащую спорозоиты, которые внедряются в клетки печени гаметоциты. Там они превращаются сначала в трофозоиты, затем в шизонты.

Шизонты делятся путем шизогонии с образованием мерозоитов. Эта стадия цикла называется предэритроцитарной шизогонией и соответствует инкубационному периоду болезни. Острый период болезни начинается с момента внедрения мерозоитов в эритроциты.

Здесь мерозоиты тоже превращаются в трофозоиты и шизонты, которые делятся шизогонией с образованием мерозоитов. Оболочки эритроцитов разрываются, и мерозоиты попадают в кровь и внедряются в новые эритроциты, где цикл повторяется заново в течение 48 или 72 часов. При разрыве эритроцитов вместе с мерозоитами в кровь поступают токсичные продукты обмена веществ паразита и свободный гем, вызывающие приступы малярийной лихорадки. Часть мерозоитов превращается в незрелые половые клетки – га-метоциты. Созревание гамет возможно только в организме комара.

## ЛЕКЦИЯ № 10. Ядовитые животные

### 1. Ядовитые паукообразные

Класс Паукообразные включает в себя пауков, скорпионов, фаланг, клещей. К ядовитым паукообразным относят таких пауков, как тарантул и каракурт, а также всех скорпионов.

Ядовитые паукообразные питаются живой добычей, в основном насекомыми. Прокалывая своими хелицерами хитиновые покровы насекомого, пауки вводят внутрь яд вместе с пищеварительными соками, обеспечивающими частичное переваривание добычи вне организма паука и облегчающими ее высасывание. Таким образом, пищеварение у пауков смешанное, наружно-внутреннее. Скорпионы парализуют свою добычу с помощью яда из специальных желез, расположенных на их хвосте – последнем брюшном членике (у скорпионов и грудь, и брюшко разделены на членики).

#### Отряд Скорпионы

В мире насчитывается более 1500 видов скорпионов, из них в России встречается 13–15 видов.

Скорпионы разных видов живут как в местах с влажным климатом, так и в песчаных пустынях. Скорпионы – ночные животные. Питаются скорпионы пауками, сенокосцами, многоножками и другими беспозвоночными и их личинками, используя яд только для обездвиживания жертвы. При длительном отсутствии пищи у скорпионов наблюдается каннибализм. Самка скорпиона за один раз рождает 15–30 детенышей. Освободившись от плодных оболочек, детеныши через 20–30 минут забираются на тело матери и остаются там 10–12 дней.

Строение ядовитого аппарата скорпионов. На членистой гибкой метасоме (хвосте) имеется анальная лопасть, заканчивающаяся ядовитой иглой. Размеры иглы и формы ее варьируют у разных видов. В анальной лопасти находятся две ядовитые железы, протоки которых открываются вблизи вершины иглы двумя маленькими отверстиями. Каждая железа имеет овальную форму и сзади постепенно суживается в длинный выводной проток, который проходит внутри иглы. Стенки железы складчатые, и каждая железа окружена изнутри и сверху толстым слоем поперечных мышечных волокон. При сокращении этих мышц секрет выбрасывается наружу. Отряд Пауки

К отряду Пауки относится около 27 000 видов, большая часть которых имеет ядовитый аппарат. Наиболее опасными для человека на территории России являются каракурт и тарантул.

Строение ядовитого аппарата. Передняя пара конечностей пауков хелицеры предназначена для защиты и умерщвления добычи. Хелицеры находятся впереди рта на брюшной стороне головогруды и имеют вид коротких, но мощных двучленистых придатков. Рассматриваемые представители группы ядовитых пауков характеризуются вертикальным расположением основных члеников хелицер перпендикулярно главной оси тела. Толстый основной членик хелицер у основания заметно утолщен. На вершине у внешнего края он сочленен с острым когтевидно изогнутым конечным члеником, который двигается только в одной плоскости и может складываться подобно лезвию ножа в борозду на основном членике. Края бороздки вооружены хитиновыми зубцами. На конце когтевидного членика открываются протоки двух ядовитых желез, лежащих или в основных члениках, или заходящих в головогрудь. Ядовитые железы представлены большими цилиндрическими мешками с характерной исчерченностью, которая зависит от наличия наружной мускулатурной мантии и косых спиральных волокон. От передних концов желез отходят тонкие выводные потоки.

## 2. Ядовитые позвоночные

Существует около 5000 видов ядовитых позвоночных животных. Они содержат в организме постоянно или периодически вещества, токсичные для особей других видов. В малых дозах яд, попавший в организм другого животного, вызывает болезненные расстройства, в больших дозах – смерть. Одни виды ядовитых животных имеют особые железы, вырабатывающие яд, другие содержат токсические вещества в тех или иных органах и тканях. У некоторых видов имеется ранящий аппарат, способствующий введению яда в тело врага или жертвы. У многих животных (змеи) ядовитые железы связаны с ротовыми органами, и яд вводится в тело жертвы при укусе или уколе в случае защиты или нападения. У позвоночных, имеющих ядовитые железы, но не имеющих специального аппарата для введения яда в тело жертвы, например земноводных (саламандры, тритоны, жабы), железы расположены в различных участках кожи; при раздражении животного яд выделяется на поверхность кожи и действует на слизистые оболочки хищника. Ядовитые рыбы

Известно около 200 видов рыб, имеющих ядовитые колючки или шипы. Ядовитые рыбы делятся на активно-ядовитых и пассивно-ядовитых.

Активно-ядовитые рыбы обычно ведут малоподвижный образ жизни, подкарауливая свою добычу. Одна из наиболее опасных ядовитых рыб – скат-хвостокол – встречается по всему побережью Мирового океана. Чаще всего страдают от укусов скатов рыбаки, аквалангисты и просто купающиеся. Однако скаты практически никогда не используют свой шип для нападения. Укол вызывает сильную боль, слабость, потерю сознания, диарею, судороги, нарушение дыхания. Укол в грудь или живот может закончиться летально.

Ядовитые амфибии: саламандры, жабы, лягушки

Чаще ядовитыми бывают амфибии, обитающие в тропическом климате. В джунглях Южной Америки водится лягушка – кокой, яд которой является самым сильным из известных органических ядов.

Ядовитые рептилии

Для ядовитых змей характерно наличие ядоносных зубов и желез, вырабатывающих яд. Ядовитые железы являются парным образованием и располагаются по обеим сторонам головы позади глаз, покрытые височными мышцами. Их выводные каналы открываются у основания ядоносных зубов.

По форме и расположению зубов змеи делятся условно на три группы.

1. Гладкозубые (ужы, полозы). Не ядовиты. Зубы однородные, гладкие, лишены каналов.

2. Заднебороздчатые (кошачья и ящерная змеи). Ядовитые зубы расположены на заднем конце верхней челюсти с желобком на задней поверхности. В основании желобка открывается проток железы, вырабатывающей яд. Не представляют для человека особой опасности, так как их ядоносные зубы расположены глубоко в пасти; ввести свой яд в человека эти змеи не могут.

3. Переднебороздчатые (гадюка, кобра). Ядоносные зубы расположены в переднем отделе верхней челюсти. На передней поверхности имеются борозды для стока яда.

Укусы приводят к отравлению организма, нередко опасному для жизни человека.

Зубы ядовитых змей подвижны и в закрытой пасти лежат продольно над языком. При раскрытии пасти они приподнимаются и принимают отвесное по отношению к челюсти положение. При укусе зубы вонзаются в добычу. Змея устремляется вперед, чтобы освободиться. Вследствие этого между пораженной областью и зубами образуется пространство, достаточное для стока яда.

# ЛЕКЦИЯ № 11. Экология

## 1. Предмет и задачи экологии

Экология – это наука о взаимоотношениях организмов, сообществ между собой и с окружающей средой. Задачи экологии как науки:

- 1) изучение взаимоотношений организмов и их популяций с окружающей средой;
- 2) исследование действия среды на строение, жизнедеятельность и поведение организмов;
- 3) установление зависимости между средой и численностью популяции;
- 4) исследование взаимоотношений между популяциями разных видов;
- 5) изучение борьбы за существование и направления естественного отбора в популяции.

Экология человека – комплексная наука, изучающая закономерности взаимоотношений человека с окружающей средой, вопросы народонаселения, сохранения и развития здоровья, совершенствование физических и психических возможностей человека.

Среда обитания человека по сравнению со средой обитания других живых существ – очень сложное переплетение взаимодействующих естественных и антропогенных факторов, причем этот набор в разных местах резко различается.

У человека имеется 3 среды обитания:

- 1) природная;
- 2) социальная;
- 3) техногенная.

Критерий качества среды обитания человека – состояние его здоровья.

В отличие от всех других существ человек имеет двойственный характер с точки зрения экологии: с одной стороны, человек является объектом различных факторов среды (солнечный свет, другие существа), с другой – человек сам является экологическим (антропогенным) фактором.

## 2. Общая характеристика среды обитания людей. Экологический кризис

Среда – это совокупность факторов и элементов, воздействующих на организм в месте его обитания. Любое живое существо живет в условиях постоянного изменения факторов среды, приспосабливаясь к ним и регулируя свою жизнедеятельность в соответствии с этими изменениями. Живые организмы существуют как подвижные системы, открытые потоку энергии и информации из окружающей среды. На нашей планете живые организмы освоили четыре основные среды обитания, каждая из которых отличается совокупностью специфических факторов и элементов, воздействующих на организм. Жизнь возникла и распространилась в водной среде. Впоследствии живые организмы вышли на сушу, овладели воздушной средой, заселили почву. Природная среда представляет человеку условия обитания и ресурсы для жизнедеятельности. Развитие хозяйственной деятельности человека улучшает условия его существования, но требует увеличения расходования природных, энергетических и материальных ресурсов. В ходе промышленного и сельскохозяйственного производства образуются отходы, которые в совокупности с самими производственными процессами нарушают и загрязняют биосферу, постепенно ухудшая условия обитания человека.

Биологические факторы, или движущие силы эволюции, являются общими для всей живой природы, в том числе и для человека. К ним относят наследственную изменчивость и естественный отбор.

Приспособление организмов к воздействию факторов окружающей среды называется адаптацией. Способность к адаптации – одно из важнейших свойств живого.

Выживают только приспособленные организмы, приобретающие в процессе эволюции признаки, полезные для жизни. Эти признаки закрепляются в поколениях благодаря способности организмов к размножению.

Пути воздействия человека на природу. Экологический кризис

Человек как антропогенный фактор оказывает огромное влияние на природу. Изменения среды в результате воздействия антропогенных факторов:

- 1) изменение структуры земной поверхности;
- 2) изменение состава атмосферы;
- 3) изменение круговорота веществ;
- 4) изменение качественного и количественного состава флоры и фауны;
- 5) парниковый эффект;
- 6) шумовое загрязнение;
- 7) военные действия.

Нерациональная деятельность человека привела к нарушениям всех компонентов биосферы. Атмосфера

Основные источники загрязнения – автомобили и промышленные предприятия. Ежегодно в атмосферу выбрасывается 200 млн тонн угарного и углекислого газа, 150 млн тонн оксидов серы, 50 млн тонн оксидов азота. Кроме того, в атмосферу выбрасывается большое количество мелкодисперсных частиц, образующих так называемый атмосферный аэрозоль. За счет сжигания угля в атмосферу поступают ртуть, мышьяк, свинец, кадмий в количествах, превышающих их вовлечение в круговорот веществ. В воздух поднимается большое количество пыли в экологически грязных районах, которая задерживает 20–50 % солнечного света. Повышение концентрации углекислого газа в атмосфере, возросшее за последние 100 лет на 10 %, препятствует тепловому излучению в космическое пространство, вызывая парниковый эффект.

Гидросфера

Основной причиной загрязнения водного бассейна является сброс неочищенных сточных вод промышленных и коммунальных предприятий, а также сельскохозяйственных угодий. Смыв в реки минеральных удобрений и ядохимикатов служит причиной ухудшения качества питьевой воды и гибели многих видов водных животных. Возрастает уровень загрязненности Мирового океана с речным стоком, атмосферными осадками, добычей нефти на океанском шельфе. В воду попадает огромное количество свинца, нефти и нефтепродуктов, бытовых отходов, пестицидов.

Литосфера

Плодородный слой почвы формируется длительное время, а благодаря выращиванию сельскохозяйственных культур из почвы ежегодно изымаются десятки миллионов тонн калия, фосфора и азота – основных элементов питания растений. Истощения почвы не происходит, если вносятся органические и минеральные удобрения. Если же не проводится подкормка растений и не соблюдается севооборот, то плодородный слой сокращается до минимума. Неблагоприятное воздействие оказывает и искусственное орошение почв, так как чаще всего происходит заболачивание или засоление поверхностного слоя почвы. В числе антропогенных изменений почвы большое значение имеет эрозия – разрушение и снос верхнего плодородного слоя почвы. Трактор К-700 за один сезон превращает в пыль слой почвы, на образование которого требуется 5 лет. Существует ветровая и водная эрозия. Водная эрозия наиболее разрушительна, развивается при неправильной обработке земли.

Экологический кризис

Экологический кризис – это нарушение взаимосвязей внутри экосистемы или необратимые явления в биосфере, вызванные деятельностью человека. По степени угрозы для жизни человека и развития общества различают неблагоприятную экологическую ситуацию, экологическое бедствие и экологическую катастрофу.



Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный  
университет»

**Д. В. Исламгалиев, В. Б. Пяткова**

# **ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА**

## **Часть 1**

***Учебно-методическое пособие  
по разделу дисциплины «Математика»  
для студентов очного обучения  
среднего профессионального образования  
специальности  
20.02.04 — «Пожарная безопасность»***

Екатеринбург  
2022

Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»

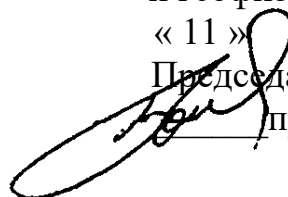
**ОДОБРЕНО**

методической комиссией  
Факультета геологии  
и геофизики УГГУ

« 11 » марта 2022 г.

Председатель комиссии

проф. В. И. Бондарев



Д. В. Исламгалиев, В. Б. Пяткова

## ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

### Часть 1

*Учебно-методическое пособие*  
по разделу дисциплины «Математика»  
для студентов очного обучения  
*среднего профессионального образования*  
специальности  
20.02.04 — «Пожарная безопасность»



*Рецензент: Л. А. Стороженко, доцент, канд. г.-м. наук, зав. кафедрой геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях УГГУ*

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании  
кафедры математики 15.02.2022 г. (протокол № 6)  
и рекомендовано для издания в УГГУ

**Исламгалиев Д. В., Пяткова В. Б.**

И87 ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА. Часть 1: учебно-методическое пособие по разделу дисциплины «Математика» для студентов очного обучения СПО специальности 20.02.04 – «Пожарная безопасность» / Д. В. Исламгалиев, В. Б. Пяткова; Уральский гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2022. – 46 с.

Учебно-методическое пособие предназначено студентам очного обучения среднего профессионального образования специальности 20.02.04 – «Пожарная безопасность» для изучения темы «Линейная алгебра».

© Исламгалиев Д. В., Пяткова В. Б., 2022  
© Уральский государственный  
горный университет, 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ГЛАВА 1. Комплексные числа</b> .....	5
1.1. Комплексные числа и их интерпретация.....	5
1.2. Действия над комплексными числами, заданными в алгебраической форме.....	7
1.3. Действия над комплексными числами, заданными в тригонометри- ческой форме.....	8
1.4. Формула Эйлера. Действия над комплексными числами, заданными в показательной форме.....	11
<b>ГЛАВА 2. Матрицы</b> .....	13
2.1. Действия над матрицами.....	14
2.2. Определители.....	16
2.3. Обратная матрица.....	19
<b>ГЛАВА 3. Системы линейных алгебраических уравнений</b> .....	21
3.1. Общий вид систем линейных алгебраических уравнений.....	21
3.2. Методы решений неопределенных СЛАУ.....	22
<b>ГЛАВА 4. Векторная алгебра</b> .....	30
4.1. Основные понятия.....	30
4.2. Скалярное произведение.....	33
4.3. Векторное произведение.....	34
4.4. Смешанное произведение.....	38
<b>Задания для самостоятельного решения по линейной алгебре</b> .....	40
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	45
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ. Значения косинуса и синуса на окружности</b> .....	46

## **ВВЕДЕНИЕ**

В учебно-методическом пособии представлены основные теоретические сведения, разобраны примеры решения задач по дисциплине «Математика» для студентов СПО специальности 20.02.04 – «Пожарная безопасность» очного обучения.

В учебном пособии содержатся примеры для самостоятельного решения, необходимые для подготовки к экзамену.

# ГЛАВА 1

## КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА

### 1.1. Комплексные числа и их интерпретация

Комплексными числами называются числа вида  $z = a + bi$ , где  $a$  и  $b$  – действительные числа,  $i$  – мнимая единица, определяемая равенством  $i = \sqrt{-1}$  или  $i^2 = -1$ .

Запись комплексного числа в виде  $z = a + bi$  называется алгебраической формой записи комплексного числа. Действительное число  $a$  называется действительной частью комплексного числа  $z = a + bi$ , а действительное число  $b$  – мнимой частью. При  $a = 0$  комплексное число  $a + bi$  обращается в чисто мнимое число  $bi$ .

Комплексные числа  $z = a + bi$  и  $\bar{z} = a - bi$  называются *сопряженными числами*. Комплексные числа вида  $z_1 = a + bi$  и  $z_2 = -a - bi$  являются *противоположными*.

Модуль комплексного числа  $z = a + bi$  определяется по формуле

$$|z| = \sqrt{a^2 + b^2} . \quad (1.1)$$

Модуль комплексного числа всегда есть действительное неотрицательное число:  $|z| > 0$ , причем  $|z| = 0$  тогда и только тогда, когда  $z = 0$ .

Комплексное число  $z = a + bi$  можно изобразить точкой плоскости с координатами  $(a; b)$  (рис. 1). При этом действительные числа изображаются точками оси абсцисс, которую называют действительной осью, а чисто мнимые числа – точками оси ординат, которую называют мнимой осью.

Каждой точке плоскости с координатами  $(a; b)$  соответствует один и только один вектор с началом в точке  $O(0; 0)$  и концом в точке  $M(a; b)$ . Поэтому комплексное число  $a + bi$  можно изобразить в виде вектора  $\overline{OM} = z$  с началом в точке  $z = 0$  и концом в точке  $z = a + bi$ .

Из геометрической интерпретации комплексного числа вытекают следующие свойства:

- 1) длина вектора комплексного числа  $z$  равна  $|z|$ ;
- 2) точки комплексных чисел  $z = a + bi$  и  $\bar{z} = a - bi$  симметричны относительно действительной оси;
- 3) точки комплексных чисел  $z$  и  $-z$  симметричны относительно точки  $z = 0$ ;
- 4) число  $z_1 + z_2$  геометрически изображается как вектор, построенный по правилу сложения векторов, соответствующих точкам  $z_1$  и  $z_2$ .
- 5) расстояние между точками  $z_1 = a_1 + b_1i$  и  $z_2 = a_2 + b_2i$  равно

$$|z_1 - z_2| = \sqrt{(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}.$$

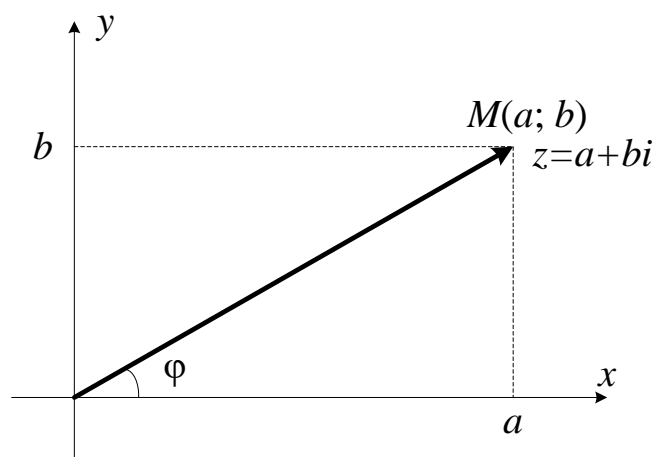


Рис. 1.1. Представление комплексного числа

Для числа  $i$  удобно использовать следующее свойство:

$$\frac{1}{i} = \frac{1}{i} \cdot \frac{i}{i} = \frac{i}{i^2} = \frac{i}{-1} = -i.$$

Угол  $\varphi$  между положительным направлением действительной оси  $Ox$  и вектором  $\overrightarrow{OM}$ , называется аргументом комплексного числа  $z$  (см. рис. 1.1). Если отсчет ведется против движения часовой стрелки, то величина угла считается положительной, а если по движению часовой стрелки, – отрицательной.

Аргумент  $\varphi$  комплексного числа  $z = a + bi$  записывается так:

$$\varphi = \arg z = \arg(a + bi). \quad (1.2)$$

Для числа  $z = 0$  аргумент не определен. Аргумент комплексного числа определяется неоднозначно; любое комплексное число  $z \neq 0$  имеет бесконечное множество аргументов, отличающихся друг от друга на число, кратное  $2\pi$ . Наименьшее по абсолютной величине значение аргумента из промежутка  $\varphi \in [-\pi; \pi]$  называется *главным значением аргумента*.

Из определения тригонометрических функций следует, что если  $\varphi = \arg(a + bi)$ , то имеют место равенства

$$\cos \varphi = \frac{a}{|z|}, \quad \sin \varphi = \frac{b}{|z|}. \quad (1.3)$$

Справедливо и обратное утверждение, т. е. если выполняются оба равенства (1.3), то  $\varphi = \arg(a + bi)$ . Таким образом, все значения аргумента  $\varphi$  можно находить, решая совместно уравнения (1.3).

## 1.2. Действия над комплексными числами, заданными в алгебраической форме

Над комплексными числами производятся такие же действия, как и над действительными числами.

1) Суммой двух комплексных чисел  $z_1 = a_1 + b_1i$  и  $z_2 = a_2 + b_2i$  называется комплексное число

$$z_1 + z_2 = (a_1 + a_2) + (b_1 + b_2)i. \quad (1.4)$$

2) Разностью двух комплексных чисел  $z_1 = a_1 + b_1i$  и  $z_2 = a_2 + b_2i$  называется комплексное число  $z_1 - z_2 = (a_1 - a_2) + (b_1 - b_2)i$ .

3) Произведением двух комплексных чисел  $z_1 = a_1 + b_1i$  и  $z_2 = a_2 + b_2i$  называется комплексное число

$$\begin{aligned} z_1 \cdot z_2 &= (a_1 + b_1i)(a_2 + b_2i) = a_1a_2 + a_1b_2i + a_2b_1i + b_1b_2i^2 = \\ &= (a_1a_2 - b_1b_2) + (a_1b_2 + a_2b_1)i. \end{aligned} \quad (1.5)$$

4) Частным двух комплексных чисел  $z_1 = a_1 + b_1i$  и  $z_2 = a_2 + b_2i$  называется комплексное число, получаемое с помощью умножения на сопряженное комплексное число к знаменателю:

$$\begin{aligned} \frac{z_1}{z_2} &= \frac{a_1 + b_1 i}{a_2 + b_2 i} = \frac{(a_1 + b_1 i) \cdot (a_2 - b_2 i)}{(a_2 + b_2 i) \cdot (a_2 - b_2 i)} = \frac{a_1 a_2 - a_1 b_2 i + b_1 a_2 i - b_1 b_2 i^2}{a_2^2 - (b_2 i)^2} = \\ &= \frac{(a_1 a_2 + b_1 b_2) + (-a_1 b_2 + b_1 a_2) i}{a_2^2 + b_2^2} = \frac{a_1 a_2 + b_1 b_2}{a_2^2 + b_2^2} + \frac{b_1 a_2 - a_1 b_2}{a_2^2 + b_2^2} i, \end{aligned} \quad (1.6)$$

где в дальнейшем раскрываем скобки и число представляем в алгебраической форме.

*Пример 1.1.* Найти сумму, разность, произведение и частное комплексных чисел  $z_1 = 2 + 4i$  и  $z_2 = 3 - 2i$ .

*Решение*

$$z_1 + z_2 = 2 + 4i + 3 - 2i = (2 + 3) + (4 + (-2))i = 5 + 2i;$$

$$z_1 - z_2 = 2 + 4i - (3 - 2i) = (2 - 3) + (4 - (-2))i = -1 + 6i;$$

$$z_1 \cdot z_2 = (2 + 4i)(3 - 2i) = 6 - 4i + 12i - 8i^2 = 6 - 4i + 12i + 8 = 14 + 8i;$$

$$\begin{aligned} \frac{z_1}{z_2} &= \frac{(2 + 4i)}{(3 - 2i)} = \frac{(2 + 4i) \cdot (3 + 2i)}{(3 - 2i) \cdot (3 + 2i)} = \frac{6 + 4i + 12i + 8i^2}{9 - (2i)^2} = \\ &= \frac{6 + 4i + 12i - 8}{9 + 4} = \frac{-2 + 16i}{13} = -\frac{2}{13} + \frac{16}{13}i. \end{aligned}$$

### 1.3. Действия над комплексными числами, заданными в тригонометрической форме

Тригонометрическая форма комплексного числа имеет вид

$$z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi), \quad (1.7)$$

где  $|z|$  и  $\varphi$  подставляются из полученных выражений (1.1) и (1.3).

Произведение двух комплексных чисел  $z_1 = |z_1|(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1)$  и  $z_2 = |z_2|(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2)$  в тригонометрической форме определяется по формуле

$$\begin{aligned} z_1 \cdot z_2 &= |z_1|(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1) |z_2|(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2) = \\ &= |z_1| |z_2| [\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2)]. \end{aligned} \quad (1.8)$$

Частным двух комплексных чисел  $z_1 = |z_1|(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1)$  и  $z_2 = |z_2|(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2)$  называется комплексное число

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{|z_1|(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1)}{|z_2|(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2)} = \frac{|z_1|}{|z_2|} [\cos(\varphi_1 - \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 - \varphi_2)]. \quad (1.9)$$

Для возведения комплексного числа  $z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi)$  в  $n$ -степень используется формула Муавра:

$$z^n = |z|^n (\cos n\varphi + i \sin n\varphi). \quad (1.10)$$

Для извлечения корня  $n$ -степени из комплексного числа  $z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi)$  используется следующая формула Муавра:

$$\begin{aligned} \sqrt[n]{z} = z^{1/n} &= |z|^{1/n} \left( \cos \frac{\varphi + 2\pi k}{n} + i \sin \frac{\varphi + 2\pi k}{n} \right) = \\ &= \sqrt[n]{|z|} \left( \cos \frac{\varphi + 2\pi k}{n} + i \sin \frac{\varphi + 2\pi k}{n} \right), \end{aligned} \quad (1.11)$$

где  $k = 0, 1, 2, \dots, (n - 1)$ .

*Пример 1.2.* Перевести комплексное число  $z = 2 + 2i$  из алгебраической формы в тригонометрическую форму.

*Решение*

1) Находим модуль комплексного числа по формуле (1.1)

$$|z| = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{2^2 + 2^2} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}.$$

2) Из формул (1.3) найдем аргумент комплексного числа

$$\cos \varphi = \frac{a}{|z|} = \frac{2}{2\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}, \quad \sin \varphi = \frac{b}{|z|} = \frac{2}{2\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}.$$

Отсюда следует, что  $\varphi = \frac{\pi}{4}$ .

3) Тогда тригонометрическая форма комплексного числа представляется по формуле (1.7) в виде

$$z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi) = 2\sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right).$$



*Пример 1.3.* Перевести комплексное число  $z = -3i$  из алгебраической формы в тригонометрическую форму.

*Решение*

1) Находим модуль комплексного числа по формуле (1.1)

$$|z| = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{0^2 + (-3)^2} = \sqrt{9} = 3.$$

2) Из формул (1.3) найдем аргумент комплексного числа

$$\cos \varphi = \frac{a}{|z|} = \frac{0}{3} = 0, \quad \sin \varphi = \frac{b}{|z|} = \frac{-3}{3} = -1.$$

Отсюда следует, что  $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ .

3) Тогда тригонометрическая форма комплексного числа представляется в виде по формуле (1.7)

$$z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi) = 3 \left( \cos \left( -\frac{\pi}{2} \right) + i \sin \left( -\frac{\pi}{2} \right) \right).$$

*Пример 1.4.* Перевести комплексное число  $z^{10} = (2 + 2i)^{10}$  из алгебраической формы в тригонометрическую.

*Решение.* Используя *пример 1.1*, получим

$$z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi) = 2\sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right),$$

тогда, используя формулу Муавра (1.10), получим

$$z^{10} = (2\sqrt{2})^{10} \left( \cos 10 \cdot \frac{\pi}{4} + i \sin 10 \cdot \frac{\pi}{4} \right) = 32768 \left( \cos \frac{5\pi}{2} + i \sin \frac{5\pi}{2} \right).$$

*Пример 1.5.* Перевести комплексное число  $z^{1/2} = (2 + 2i)^{1/2}$  из алгебраической формы в тригонометрическую форму при  $k=1$ .

*Решение.* Используя *пример 1.1*, получим

$$z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi) = 2\sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right),$$

тогда, используя формулу Муавра (1.11), получим

$$z^{1/2} = (2\sqrt{2})^{1/2} \left( \cos \frac{\frac{\pi}{4} + 2\pi \cdot 1}{2} + i \sin \frac{\frac{\pi}{4} + 2\pi \cdot 1}{2} \right) = \sqrt[4]{8} \left( \cos \frac{9\pi}{8} + i \sin \frac{9\pi}{8} \right).$$

#### 1.4. Формула Эйлера. Действия над комплексными числами, заданными в показательной форме

Формулой Эйлера называется выражение

$$e^{i\varphi} = \cos \varphi + i \sin \varphi. \quad (1.12)$$

Тогда показательная форма комплексного числа представляется в виде

$$z = |z| e^{i\varphi}, \quad (1.13)$$

где  $|z|$  и  $\varphi$  подставляются из полученных выражений (1.1) и (1.2).

Формула Эйлера (1.12) устанавливает связь между тригонометрическими функциями и показательной функцией.

Используя (1.12), получим выражение

$$e^{-i\varphi} = \cos \varphi - i \sin \varphi, \quad (1.14)$$

т. е., складывая и вычитая выражения (1.12) и (1.14), получим связь с тригонометрическими функциями:

$$\cos \varphi = \frac{e^{i\varphi} + e^{-i\varphi}}{2}, \quad \sin \varphi = \frac{e^{i\varphi} - e^{-i\varphi}}{2i}. \quad (1.15)$$

*Пример 1.6.* Перевести комплексное число  $z = 2 + 2i$  из алгебраической формы в показательную.

*Решение.* Используя решение примера 1.2, комплексное число  $z = 2 + 2i$  в тригонометрической форме, представляется в виде

$$z = 2\sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right).$$

Используя формулу Эйлера (1.12), представим комплексное число  $z = 2 + 2i$  в показательной форме:

$$z = 2\sqrt{2}e^{i\frac{\pi}{4}}.$$

*Пример 1.7.* Перевести комплексное число  $z = 5e^{i\frac{3\pi}{4}}$  из показательной формы в тригонометрическую и алгебраическую формы.

*Решение*

$$z = 5e^{i\frac{3\pi}{4}} = 5\left(\cos\frac{3\pi}{4} + i\sin\frac{3\pi}{4}\right);$$
$$z = 5\left(-\frac{\sqrt{2}}{2} + i\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = -\frac{5\sqrt{2}}{2} + i\frac{5\sqrt{2}}{2}.$$

## ГЛАВА 2

### МАТРИЦЫ

*Матрица* – это прямоугольная таблица чисел, расположенных в  $m$  строках и  $n$  столбцах (являющаяся набором координат векторов). Наборы координат векторов называются *элементами матрицы*. Матрицы обозначаются большими латинскими буквами:  $A, B, C$  и т. д.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}. \quad (2.1)$$

Числа, входящие в таблицу, называются ее элементами и обозначаются символом  $a_{ij}$ , где первый индекс  $i$  определяет номер строки, второй индекс  $j$  – номер столбца. Выражение  $m \times n$  и называют размерностью матриц.

*Например*, матрица  $A$  имеет размерность  $3 \times 2$ :

$$A = \begin{pmatrix} -4 & 8 \\ 5 & 9 \\ -1 & 3 \end{pmatrix},$$

а матрица  $B$  имеет размерность  $2 \times 3$ :

$$B = \begin{pmatrix} 4 & 5 & -3 \\ 7 & 5 & -1 \end{pmatrix}.$$

Если в матрице число строк совпадает с числом столбцов, то матрица называется *квадратной*. Понятие размерности матрицы для квадратной матрицы заменяют понятием порядок матрицы. Порядок квадратной матрицы равен числу строк или столбцов этой матрицы.

Для квадратной матрицы вводятся понятия главной и побочной диагоналей. Главная диагональ состоит из элементов  $a_{ij}$  с одинаковыми индексами, побочная диагональ состоит из элементов  $a_{ij}$ , сумма индексов которых равна  $n+1$ .

Если элементы квадратной матрицы, стоящие на главной диагонали, равны единице, а все остальные равны нулю, то матрица называется *единичной* и обозначается

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}.$$

## 2.1. Действия над матрицами

### Сумма и разность матриц

*Суммой или разностью* двух матриц называют такую матрицу, у которой элементы получены сложением или вычитанием соответственных элементов, при условии, что размерности матриц совпадают.

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \pm \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} \pm b_{11} & a_{12} \pm b_{12} \\ a_{21} \pm b_{21} & a_{22} \pm b_{22} \end{pmatrix}. \quad (2.2)$$

*Пример 2.1.* Найти сумму и разность матриц:

$$\begin{pmatrix} 3 & 4 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 7 & 3 \\ 6 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10 & 7 \\ 8 & 1 \end{pmatrix};$$

$$\begin{pmatrix} 2 & -5 & 3 \\ 4 & 3 & 4 \\ -2 & 0 & 7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 3 & -3 & 4 \\ 1 & 1 & 1 \\ 4 & 6 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 3 & 2 & 3 \\ -6 & -6 & 4 \end{pmatrix}.$$

### Умножение матрицы на число

Для того, чтобы умножить матрицу на число, следует каждый элемент матрицы умножить на это число.

$$\lambda \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda a_{11} & \lambda a_{12} \\ \lambda a_{21} & \lambda a_{22} \end{pmatrix}. \quad (2.3)$$

*Пример 2.2.* Умножить матрицу на число:

$$-3 \begin{pmatrix} 4 & 5 & -3 \\ 7 & 5 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -12 & -15 & 9 \\ -21 & -15 & 3 \end{pmatrix}.$$

### Произведение матриц

Произведение двух матриц определяется тогда, когда количество столбцов 1-й матрицы совпадает с количеством строк 2-й матрицы. Элемент  $c_{ij}$  матрицы произведения, стоящий на пересечении  $i$ -й строки и  $j$ -го столбца равен сумме произведений элементов  $i$ -й строки 1-й матрицы на элементы  $j$ -го столбца 2-й матрицы, т. е. по формуле  $c_{ij} = \sum_k a_{ik} \cdot b_{kj}$ .

Надо отметить, что произведение матриц некоммутативное, т. е.

$$A \cdot B \neq B \cdot A.$$

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} \cdot b_{11} + a_{12} \cdot b_{21} & a_{11} \cdot b_{12} + a_{12} \cdot b_{22} \\ a_{21} \cdot b_{11} + a_{22} \cdot b_{21} & a_{21} \cdot b_{12} + a_{22} \cdot b_{22} \end{pmatrix}. \quad (2.4)$$

*Пример 2.3.* Найти произведение матриц:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 7 & 3 \\ 6 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \cdot 7 + 2 \cdot 6 & 3 \cdot 3 + 2 \cdot 0 \\ 2 \cdot 7 + 1 \cdot 6 & 2 \cdot 3 + 1 \cdot 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 33 & 9 \\ 20 & 6 \end{pmatrix};$$
$$\begin{pmatrix} 4 & 5 & 1 \\ 3 & 2 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ -1 & 2 \\ 7 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 \cdot 3 + 5 \cdot (-1) + 1 \cdot 7 & 4 \cdot 0 + 5 \cdot 2 + 1 \cdot 1 \\ 3 \cdot 3 + 2 \cdot (-1) + (-1) \cdot 7 & 3 \cdot 0 + 2 \cdot 2 + (-1) \cdot 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 14 & 11 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}.$$

### Транспонирование матрицы

Транспонированной к матрице  $A$  называется матрица, полученная из матрицы  $A$  путем замены строки на столбец с такими же индексами. Транспонированная матрица обозначается  $A^T$ .

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}, \quad A^T = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} \\ a_{12} & a_{22} \end{pmatrix}. \quad (2.5)$$

*Пример 2.4.* Найти транспонированную матрицу, к матрице  $A = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ -1 & 2 \\ 7 & 1 \end{pmatrix}$ .

$$A^T = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 7 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

## 2.2. Определители

### Определитель 1-го порядка

Определителем 1-го порядка, составленным из числа  $a_{11}$ , называется число, определяемое равенством

$$\det A = |a_{11}| = a_{11}. \quad (2.6)$$

*Пример 2.5.* Вычислить определитель  $\det A = |5|$ .

$$\det A = |5| = 5.$$

*Пример 2.6.* Вычислить определитель  $\det A = |-10|$ .

$$\det A = |-10| = -10.$$

### Определитель 2-го порядка

Определителем 2-го порядка, составленным из чисел  $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}$ , называется число, определяемое равенством

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}. \quad (2.7)$$

Числа  $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}$  называются элементами определителя, причем элементы  $a_{11}, a_{22}$  образуют главную диагональ, а элементы  $a_{12}, a_{21}$  – побочную диагональ. Таким образом, определитель 2-го порядка равен произведению элементов главной диагонали минус произведение элементов побочной диагонали.

*Пример 2.7.* Вычислить определитель  $\det A = \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 4 & -2 \end{vmatrix}$ .

*Решение*

$$\det A = \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 4 & -2 \end{vmatrix} = 1 \cdot (-2) - 3 \cdot 4 = -14.$$

*Пример 2.8.* Вычислить определитель  $\det A = \begin{vmatrix} -5 & -3 \\ 4 & 1 \end{vmatrix}$ .

*Решение*

$$\det A = \begin{vmatrix} -5 & -3 \\ 4 & 1 \end{vmatrix} = -5 \cdot 1 - (-3) \cdot 4 = 7.$$

### Определитель 3-го порядка

Рассмотрим определитель 3-го порядка:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}.$$

*Минором*  $M_{ij}$  *элемента*  $a_{ij}$  называется определитель, который получается вычеркиванием из данного определителя  $i$ -й строки и  $j$ -го столбца.

Алгебраические дополнения  $A_{ij}$  элементов  $a_{ij}$  определяются по формуле

$$A_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij},$$

где  $M_{ij}$  – миноры для элементов со строкой  $i$  и столбцом  $j$ .

Определителем 3-го порядка, составленным из чисел  $a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{31}, a_{32}, a_{33}$ , называется число:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = \sum_{k=1}^3 a_{ik} \cdot A_{ik}, \det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = \sum_{k=1}^3 a_{kj} \cdot A_{kj} \quad (2.8)$$

для фиксированного значения  $i$ -той строки или  $j$ -того столбца.



Тогда формула миноров по 1-й строке для разложения определителя 3-го порядка примет вид:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = (-1)^{1+1} a_{11} \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} + (-1)^{1+2} a_{12} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + \\ + (-1)^{1+3} a_{13} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix}. \quad (2.9)$$

Определитель можно раскладывать по любой строке или столбцу, например, формула миноров по 2-му столбцу для разложения определителя 3-го порядка выглядит следующим образом:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = (-1)^{1+2} a_{12} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + (-1)^{2+2} a_{22} \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + \\ + (-1)^{3+2} a_{32} \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \end{vmatrix}. \quad (2.10)$$

*Пример 2.9.* Вычислить определитель  $\det A = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix}$ .

*Решение.* Разложим определитель по формуле миноров первой строки:

$$\det A = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix} = (-1)^{1+1} 1 \begin{vmatrix} 5 & 6 \\ 8 & 9 \end{vmatrix} + (-1)^{1+2} 2 \begin{vmatrix} 4 & 6 \\ 7 & 9 \end{vmatrix} + (-1)^{1+3} 3 \begin{vmatrix} 4 & 5 \\ 7 & 8 \end{vmatrix} = \\ = 1(5 \cdot 9 - 6 \cdot 8) - 2(4 \cdot 9 - 6 \cdot 7) + 3(4 \cdot 8 - 5 \cdot 7) = 0.$$

*Пример 2.10.* Вычислить определитель  $\det A = \begin{vmatrix} 1 & -3 & 5 \\ 3 & 0 & 6 \\ 7 & 8 & -9 \end{vmatrix}$ .

*Решение.* Разложим определитель по формуле миноров первой строки:

$$\det A = \begin{vmatrix} 1 & -3 & 5 \\ 3 & 0 & 6 \\ 7 & 8 & -9 \end{vmatrix} = (-1)^{1+1} 1 \begin{vmatrix} 0 & 6 \\ 8 & -9 \end{vmatrix} + (-1)^{1+2} (-3) \begin{vmatrix} 3 & 6 \\ 7 & -9 \end{vmatrix} + (-1)^{1+3} 5 \begin{vmatrix} 3 & 0 \\ 7 & 8 \end{vmatrix} =$$

$$= 1[(0 \cdot (-9) - 6 \cdot 8)] - (-3)(3 \cdot (-9) - 6 \cdot 7) + 5(3 \cdot 8 - 0 \cdot 7) = -135.$$

*Пример 2.11.* Вычислить определитель  $\det A = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 5 \\ 2 & 7 & 0 \\ 3 & -1 & 0 \end{vmatrix}$ .

*Решение.* Так как наибольшее количество нулей в третьем столбце, то воспользуемся формулой миноров для 3-го столбца (при этом 2-е и 3-е слагаемые будут равны нулю):

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 5 \\ 2 & 7 & 0 \\ 3 & -1 & 0 \end{vmatrix} = (-1)^{1+3} \cdot 5 \cdot \begin{vmatrix} 2 & 7 \\ 3 & -1 \end{vmatrix} + 0 + 0 = 5(-2 - 21) = -115.$$

### 2.3. Обратная матрица

Если квадратная матрица является невырожденной, т. е.,  $\det A \neq 0$ , то матрица будет иметь *обратную*. Обратную матрицу можно найти по формуле

$$A^{-1} = \frac{1}{\det A} (A^*)^T, \quad (2.11)$$

где  $A^*$  – матрица алгебраических дополнений  $A_{ij}$ :

$$A^* = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{n1} & A_{n2} & \dots & A_{nn} \end{pmatrix}, \quad A_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij},$$

$M_{ij}$  – миноры для элементов  $a_{ij}$  (со строкой  $i$  и столбцом  $j$ ).

После нахождения обратной матрицы можно воспользоваться проверкой, т. е.

$$A \cdot A^{-1} = E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}, \quad (2.12)$$

должна получиться единичная матрица  $E$ .

*Пример 2.12.* Найти обратную матрицу для матрицы  $A = \begin{pmatrix} 0 & 4 & 4 \\ -1 & 4 & 3 \\ -3 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ .

*Решение*

1) Найдем определитель матрицы

$$\det A = \begin{vmatrix} 0 & 4 & 4 \\ -1 & 4 & 3 \\ -3 & 2 & 0 \end{vmatrix} = 4.$$

2) Найдем алгебраические дополнения:

$$A_{11} = (-1)^{1+1} \begin{vmatrix} 4 & 3 \\ 2 & 0 \end{vmatrix} = -6; \quad A_{21} = (-1)^{2+1} \begin{vmatrix} 4 & 4 \\ 2 & 0 \end{vmatrix} = 8; \quad A_{31} = (-1)^{3+1} \begin{vmatrix} 4 & 4 \\ 4 & 3 \end{vmatrix} = -4;$$

$$A_{12} = (-1)^{1+2} \begin{vmatrix} -1 & 3 \\ -3 & 0 \end{vmatrix} = -9; \quad A_{22} = (-1)^{2+2} \begin{vmatrix} 0 & 4 \\ -3 & 0 \end{vmatrix} = 12; \quad A_{32} = (-1)^{3+2} \begin{vmatrix} 0 & 4 \\ -1 & 3 \end{vmatrix} = -4;$$

$$A_{13} = (-1)^{1+3} \begin{vmatrix} -1 & 4 \\ -3 & 2 \end{vmatrix} = 10; \quad A_{23} = (-1)^{2+3} \begin{vmatrix} 0 & 4 \\ -3 & 2 \end{vmatrix} = -12; \quad A_{33} = (-1)^{3+3} \begin{vmatrix} 0 & 4 \\ -1 & 4 \end{vmatrix} = 4.$$

$$A^* = \begin{pmatrix} -6 & 9 & 10 \\ 8 & 12 & -12 \\ -4 & -4 & 4 \end{pmatrix}, \quad (A^*)^T = \begin{pmatrix} -6 & 8 & -4 \\ -9 & 12 & -4 \\ 10 & -12 & 4 \end{pmatrix},$$

$$A^{-1} = \frac{1}{4} \begin{pmatrix} -6 & 8 & -4 \\ -9 & 12 & -4 \\ 10 & -12 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1.5 & 2 & -1 \\ -2.25 & 3 & -1 \\ 2.5 & -3 & 1 \end{pmatrix}.$$

*Проверка*

$$A \cdot A^{-1} = \begin{pmatrix} 0 & 4 & 4 \\ -1 & 4 & 3 \\ -3 & 2 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -1.5 & 2 & -1 \\ -2.25 & 3 & -1 \\ 2.5 & -3 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$





$$\det A_1 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ b_2 & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_n & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}, \det A_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & b_2 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & b_n & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}, \dots, \det A_n = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & b_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & b_n \end{vmatrix}.$$

3) Найти решение неоднородной СЛАУ:

$$x_1 = \frac{\det A_1}{\det A}, \quad x_2 = \frac{\det A_2}{\det A}, \quad \dots \quad x_n = \frac{\det A_n}{\det A}.$$

Для СЛАУ с двумя переменными можно вместо  $x_1$  и  $x_2$  использовать  $x$  и  $y$ .

*Пример 3.1.* Решить СЛАУ, используя метод Крамера:

$$\begin{cases} 2x - 3y = -4; \\ -x + y = 1. \end{cases}$$

*Решение.* Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = 2 \cdot 1 - (-3) \cdot (-1) = -1 \neq 0,$$

тогда система имеет единственное решение.

2) Найдем определители  $\det A_x$ ,  $\det A_y$ :

$$\det A_x = \begin{vmatrix} -4 & -3 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = -1, \quad \det A_y = \begin{vmatrix} 2 & -4 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = -2.$$

3) Найти решение определенной неоднородной СЛАУ:

$$x = \frac{\det A_x}{\det A} = \frac{-1}{-1} = 1; \quad y = \frac{\det A_y}{\det A} = \frac{-2}{-1} = 2.$$

*Ответ.*  $X = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}.$

Пример 3.2. Решить СЛАУ, используя метод Крамера:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 5; \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1; \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11. \end{cases}$$

Решение. Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 12.$$

Так как  $\det A \neq 0$ , тогда система уравнений имеет единственное решение.

2) Для нахождения её решения используем формулы Крамера:

$$\det A_1 = \begin{vmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \\ 11 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 24, \det A_2 = \begin{vmatrix} 3 & 5 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ 2 & 11 & 3 \end{vmatrix} = -24, \det A_3 = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 5 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 11 \end{vmatrix} = 36.$$

3) Найти решение неоднородной СЛАУ:

$$x_1 = \frac{\det A_1}{\det A} = \frac{24}{12} = 2, \quad x_2 = \frac{\det A_2}{\det A} = \frac{-24}{12} = -2, \quad x_3 = \frac{\det A_3}{\det A} = \frac{36}{12} = 3.$$

$$\text{Ответ: } X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

### Матричный метод (метод обратной матрицы)

1) Найти определитель основной матрицы  $A$  неоднородной СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} \neq 0.$$

Если определитель основной матрицы  $A$  неоднородной СЛАУ отличен от нуля, то СЛАУ имеет единственное решение.

2) Найдем обратную матрицу  $A^{-1}$ .

3) Решение находится в виде

$$X = A^{-1}B.$$

*Пример 3.3.* Решить СЛАУ, используя матричный метод:

$$\begin{cases} 2x - 3y = -4; \\ -x + y = 1. \end{cases}$$

*Решение.* Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = 2 \cdot 1 - (-3) \cdot (-1) = -1 \neq 0,$$

тогда система имеет единственное решение.

2) Найдем обратную матрицу:

$$A^{-1} = \frac{1}{-1} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} -1 & -3 \\ -1 & -2 \end{pmatrix}.$$

3) Тогда решение находим в виде

$$X = A^{-1}B = \begin{pmatrix} -1 & -3 \\ -1 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -4 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}.$$

*Ответ:*  $X = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}.$

*Пример 3.4.* Решить СЛАУ, используя матричный метод:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 5; \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1; \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11. \end{cases}$$



*Решение.* Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 12.$$

Так как  $\det A \neq 0$ , то система уравнений имеет единственное решение.

2) Найдем обратную матрицу:

$$A^{-1} = \frac{1}{12} \begin{pmatrix} 8 & -4 & -4 \\ -5 & 7 & 1 \\ -1 & -1 & 5 \end{pmatrix}^T = \frac{1}{12} \begin{pmatrix} 8 & -5 & -1 \\ -4 & 7 & -1 \\ -4 & 1 & 5 \end{pmatrix}.$$

3) Тогда решение находим в виде:

$$X = A^{-1}B = \frac{1}{12} \begin{pmatrix} 8 & -5 & -1 \\ -4 & 7 & -1 \\ -4 & 1 & 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

Ответ:  $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}.$

### Метод Гаусса

1) Найти определитель основной матрицы  $A$  неоднородной СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} \neq 0.$$

Если определитель основной матрицы  $A$  неоднородной СЛАУ отличен от нуля, то СЛАУ имеет единственное решение.

2) Запишем СЛАУ в расширенном матричном виде:

$$\left( \begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} & b_n \end{array} \right) \sim .$$

3) Преобразуем вторую, третью и т. д. строчки, чтобы получить нули вме-

сто  $a_{21}, a_{31}, a_{n1}$ , т. е. по формуле  $\bar{a}_{ij} = a_{ij} - \frac{a_{1j}}{a_{11}} a_{i1}$  и  $\bar{b}_j = b_j - \frac{b_1}{a_{11}} a_{i1}$ :

$$\sim \left( \begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ 0 & \bar{a}_{22} & \dots & \bar{a}_{2n} & \bar{a}_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \bar{a}_{n2} & \dots & \bar{a}_{nn} & \bar{a}_n \end{array} \right) \sim .$$

4) Продолжая данные преобразования со второй, третьей и т. д. строками, получим

$$\sim \left( \begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ 0 & \bar{a}_{22} & \dots & \bar{a}_{2n} & \bar{b}_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \tilde{a}_{nn} & \tilde{b}_n \end{array} \right) \sim .$$

5) После чего можно найти  $x_n$ , т. е. требуется разделить последнюю строку на  $\tilde{a}_{nn}$ , тогда:

$$\left( \begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ 0 & \bar{a}_{22} & \dots & \bar{a}_{2n} & \bar{b}_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & \hat{b}_n \end{array} \right) \sim .$$

6) Тогда, преобразуя элементы  $a_{ij}$ , если  $i \neq j$ , и преобразуя  $a_{ii}$  в единицы, получим решение СЛАУ:

$$\sim \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & \dots & 0 & \hat{b}_1 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & \hat{b}_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & \hat{b}_n \end{array} \right) .$$

*Пример 3.5.* Решить СЛАУ, используя метод Гаусса:

$$\begin{cases} 2x - 3y = -4; \\ -x + y = 1. \end{cases}$$

*Решение.* Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = 2 \cdot 1 - (-3) \cdot (-1) = -1 \neq 0,$$

тогда система имеет единственное решение.

2) Запишем СЛАУ в виде расширенной матрицы и получим решение:

$$\begin{aligned} \left( \begin{array}{cc|c} 2 & -3 & -4 \\ -1 & 1 & 1 \end{array} \right) &\sim \left( \begin{array}{cc|c} -1 & 1 & 1 \\ 2 & -3 & -4 \end{array} \right) \stackrel{1c \cdot (-1)}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} 1 & -1 & -1 \\ 2 & -3 & -4 \end{array} \right) \stackrel{2c-2 \cdot 1c}{\sim} \\ &\stackrel{2c-2 \cdot 1c}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} 1 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & -2 \end{array} \right) \stackrel{2c \cdot (-1)}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} 1 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 2 \end{array} \right) \stackrel{1c+2c}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{array} \right) \end{aligned}$$

или

$$\left( \begin{array}{cc|c} 2 & -3 & -4 \\ -1 & 1 & 1 \end{array} \right) \stackrel{1c+3 \cdot 2c}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} -1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 1 \end{array} \right) \stackrel{1c \cdot (-1)}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} 1 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{array} \right) \stackrel{2c+1c}{\sim} \left( \begin{array}{cc|c} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{array} \right).$$

*Ответ:*  $X = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}.$

*Пример 3.6.* Решить СЛАУ, используя метод Гаусса:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 5; \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1; \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11. \end{cases}$$

*Решение.* Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 12.$$

Если определитель основной матрицы  $A$  неоднородной СЛАУ отличен от нуля, то СЛАУ имеет единственное решение.

2) Запишем СЛАУ в виде расширенной матрицы и получим решение:

$$\begin{aligned} & \left( \begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ 2 & 3 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 11 \end{array} \right) \xrightarrow[3c-3 \cdot 1c]{2c-1c} \left( \begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ -1 & 1 & 0 & -4 \\ -7 & -5 & 0 & -4 \end{array} \right) \xrightarrow[3c+5 \cdot 2c]{3c(-12)} \left( \begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ -1 & 1 & 0 & -4 \\ -12 & 0 & 0 & -24 \end{array} \right) \sim \\ & \xrightarrow[3c(-12)]{3c(-12)} \left( \begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ -1 & 1 & 0 & -4 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \end{array} \right) \xrightarrow[2c+3c]{2c+3c} \left( \begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \end{array} \right) \xrightarrow[1c-2 \cdot 2c-3 \cdot 3c]{1c-2 \cdot 2c-3 \cdot 3c} \left( \begin{array}{ccc|c} 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \end{array} \right) \sim \\ & \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right). \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: } X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

## ГЛАВА 4 ВЕКТОРНАЯ АЛГЕБРА

### 4.1. Основные понятия

*Вектор* — это направленный прямолинейный отрезок, т. е. отрезок, имеющий определенную длину и определенное направление. Если  $A$  — начало вектора, а  $B$  — его конец, то вектор обозначается символом  $\overrightarrow{AB}$  или  $\vec{a}$ . Вектор  $\overrightarrow{BA}$  (у него начало в точке  $B$ , а конец в точке  $A$ ) называется *противоположным вектору  $\overrightarrow{AB}$* . Вектор, противоположный вектору  $\vec{a}$ , обозначается  $-\vec{a}$ .

*Радиус-вектором* точки  $A$  называют такой вектор, началом которого является начало системы координат  $O$ , а концом точка  $A$ , и обозначают  $\vec{r}_A = \overrightarrow{OA}$ .

Разложение вектора по координатному базису имеет вид:

– для двумерного декартова пространства  $\vec{a} = a_1\vec{e}_1 + a_2\vec{e}_2 = \{a_1; a_2\}$ ;

– для трехмерного евклидова пространства

$$\vec{a} = a_1\vec{e}_1 + a_2\vec{e}_2 + a_3\vec{e}_3 = \{a_1; a_2; a_3\}.$$

*Пример 4.1.* Найти вектор  $\overrightarrow{AB}$ , если точка  $A(3; 5)$  и  $B(7; -1)$ .

*Решение:*  $\overrightarrow{AB} = \{7 - 3; -1 - 5\} = \{4; -6\}$  или

$$\overrightarrow{AB} = (7\vec{e}_1 - \vec{e}_2) - (3\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2) = 4\vec{e}_1 - 6\vec{e}_2.$$

*Пример 4.2.* Найти вектор  $\overrightarrow{AB}$ , если точка  $A(0; 1; -1)$  и  $B(4; -1; 6)$ .

*Решение:*  $\overrightarrow{AB} = \{4 - 0; -1 - 1; 6 - (-1)\} = \{4; -2; 7\}$ .

*Длиной* (или *модулем*) *вектора  $\vec{a}$*  называется длина отрезка и обозначается  $|\vec{a}|$ . Для двумерного пространства длина находится по формуле

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}, \text{ для трехмерного пространства — } |\vec{a}| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}.$$

Вектор, длина которого равна нулю, называется *нулевым вектором* и обозначается  $\vec{0}$ . Нулевой вектор направления не имеет. Вектор, длина которого равна единице, называется *единичным вектором*. Единичный вектор, направление которого совпадает с направлением вектора  $\vec{a}$ , называется *ортонормированным вектором (ортом вектора)* и обозначается  $\vec{a}^0$ . Координаты ортонормированного вектора называются *направляющими косинусами*, т. е.

$$\vec{a}^0 = \{a_1^0; a_2^0; a_3^0\} = \{\cos \alpha; \cos \beta; \cos \gamma\} = \left\{ \frac{a_1}{|\vec{a}|}; \frac{a_2}{|\vec{a}|}; \frac{a_3}{|\vec{a}|} \right\}.$$

*Пример 4.3.* Даны точки  $A(3; 5; 1)$  и  $B(-7; 0; 4)$ . Найти  $\vec{a} = \overline{AB}$ ,  $|\vec{a}|$ ,  $\vec{a}^0$ , направляющие косинусы.

*Решение.*  $\vec{a} = \overline{AB} = \{-10; -5; 3\}$ ;  $|\vec{a}| = \sqrt{(-10)^2 + (-5)^2 + 3^2} = \sqrt{134}$ ;

$$\vec{a}^0 = \overline{AB} = \left\{ -\frac{10}{\sqrt{134}}; -\frac{5}{\sqrt{134}}; \frac{3}{\sqrt{134}} \right\};$$

$$\cos \alpha = -\frac{10}{\sqrt{134}}, \cos \beta = -\frac{5}{\sqrt{134}}, \cos \gamma = \frac{3}{\sqrt{134}}.$$

### Виды векторов

Векторы  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  называются *коллинеарными* ( $\vec{a} \parallel \vec{b}$ ), если они лежат на одной прямой или на параллельных прямых. Коллинеарные векторы могут быть направлены одинаково или противоположно.

Два вектора  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  называются *равными* ( $\vec{a} = \vec{b}$ ), если они коллинеарны, одинаково направлены и имеют одинаковые длины.

Три вектора в пространстве называются *компланарными*, если они лежат в одной плоскости или в параллельных плоскостях. Если среди трех векторов хотя бы один нулевой или два любые коллинеарны, то такие векторы компланарны.

Если вектор нельзя представить в виде линейной комбинации двух других векторов, то такая тройка векторов является *линейно независимой* (также называют *базисом*), а если можно – *линейно зависимой*.

### Проекция и угол

Проекцией вектора  $\overrightarrow{AB}$  на ось  $\vec{m}$  называется положительное число  $|\overrightarrow{A_1B_1}|$ , если вектор  $\overrightarrow{A_1B_1}$  и ось  $\vec{m}$  одинаково направлены и отрицательное число  $-|\overrightarrow{A_1B_1}|$ , если вектор  $\overrightarrow{A_1B_1}$  и ось  $\vec{m}$  противоположно направлены. Если точки  $A_1$  и  $B_1$  совпадают ( $|\overrightarrow{A_1B_1}| = 0$ ), то проекция вектора  $\overrightarrow{AB}$  равна 0.

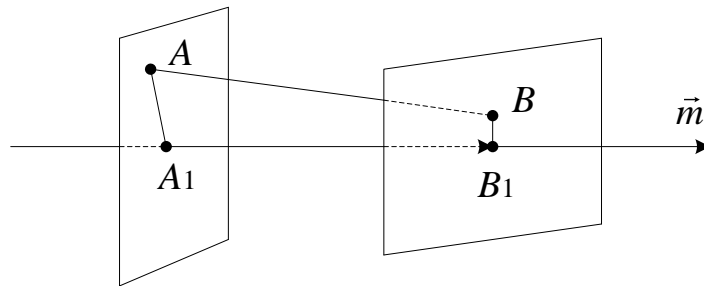


Рис. 4.1. Проекция вектора на ось

Проекция вектора  $\overrightarrow{AB}$  на ось  $\vec{m}$  обозначается так:  $pr_{\vec{m}} \overrightarrow{AB}$ . Если  $\overrightarrow{AB} = \vec{0}$  или  $\overrightarrow{AB} \perp \vec{m}$ , то  $pr_{\vec{m}} \overrightarrow{AB} = 0$ .

Угол  $\varphi$  между вектором  $\vec{a}$  и осью  $\vec{m}$  (или угол между двумя векторами) составляет  $0 \leq \varphi \leq \pi$ .

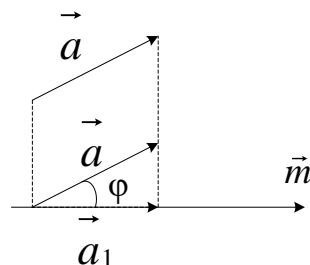


Рис. 4.2. Проекция вектора на ось

Тогда проекция  $pr_{\vec{m}} \vec{a} = |\vec{a}| \cos \varphi$  или  $pr_{\vec{a}_1} \vec{a} = |\vec{a}| \cos \varphi$ .

## 4.2. Скалярное произведение

Скалярным произведением двух ненулевых векторов называется число, равное произведению длин двух этих векторов на косинус угла между ними.

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos(\vec{a} \wedge \vec{b}). \quad (4.1)$$

Также можно выразить скалярное произведение через проекцию:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot \text{np}_{\vec{a}} \vec{b} = |\vec{b}| \text{np}_{\vec{b}} \vec{a}.$$

Если известны координаты векторов, тогда скалярное произведение равно сумме произведений соответствующих координат векторов:

– двумерного пространства  $\vec{a} \cdot \vec{b} = a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2$ ;

– трехмерного пространства  $\vec{a} \cdot \vec{b} = a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + a_3 \cdot b_3$ .

### Свойства скалярного произведения

1.  $\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{b} \cdot \vec{a}$  (переместительное свойство).

2.  $(\beta \vec{a}) \cdot \vec{b} = \beta (\vec{a} \cdot \vec{b})$  (сочетательное свойство).

3.  $\vec{a} \cdot (\vec{b} + \vec{c}) = \vec{a} \cdot \vec{b} + \vec{a} \cdot \vec{c}$  (распределительное свойство).

4.  $\vec{a} \cdot \vec{a} = |\vec{a}|^2$ .

5. Если ненулевые векторы ортогональны (взаимно перпендикулярны)  $\vec{a} \perp \vec{b}$ , то их скалярное произведение равно нулю.

*Пример 4.4.* Найти скалярное произведение, если  $\vec{a} \{1; 2; 3\}$ ,  $\vec{b} \{2; 2; -1\}$ .

*Решение.*  $\vec{a} \cdot \vec{b} = 1 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot (-1) = 3$ .

*Пример 4.5.* Найти угол между векторами  $\vec{a} \{1; 2; 3\}$  и  $\vec{b} \{2; 2; -1\}$ .

*Решение.* Так как  $\vec{a} \cdot \vec{b} = 3$ ;

$$|\vec{a}| = \sqrt{1^2 + 2^2 + 3^2} = \sqrt{14}, |\vec{b}| = \sqrt{2^2 + 2^2 + (-1)^2} = \sqrt{9} = 3.$$



Тогда из формулы  $\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos(\vec{a} \wedge \vec{b})$  выразим косинус угла, и, затем, найдем угол:

$$\cos(\vec{a} \wedge \vec{b}) = \cos \alpha = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|} = \frac{3}{\sqrt{14} \cdot 3} = \frac{1}{\sqrt{14}} \Rightarrow \alpha = \arccos \left( \frac{1}{\sqrt{14}} \right).$$

*Пример 4.6.* Найти скалярное произведение  $\vec{a} \cdot \vec{b}$ , если  $|\vec{a}| = 2$ ,  $|\vec{b}| = 3$ ,

$$\alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{4}.$$

*Решение*

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = 2 \cdot 3 \cdot \cos \frac{\pi}{4} = 2 \cdot 3 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 3\sqrt{2}.$$

*Пример 4.7.* Найти скалярное произведение  $\vec{p} \cdot \vec{q}$ , если  $\vec{p} = 2\vec{a} + \vec{b}$ ,

$$\vec{q} = \vec{a} - \vec{b}, |\vec{a}| = 2, |\vec{b}| = 3, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{4}.$$

*Решение*

$$\begin{aligned} \vec{p} \cdot \vec{q} &= (2\vec{a} + \vec{b}) \cdot (\vec{a} - \vec{b}) = 2\vec{a} \cdot \vec{a} - 2\vec{a} \cdot \vec{b} + \vec{b} \cdot \vec{a} - \vec{b} \cdot \vec{b} = 2\vec{a} \cdot \vec{a} - 2\vec{a} \cdot \vec{b} + \vec{a} \cdot \vec{b} - \vec{b} \cdot \vec{b} = \\ &= 2\vec{a} \cdot \vec{a} - \vec{a} \cdot \vec{b} - \vec{b} \cdot \vec{b}. \end{aligned}$$

Так как  $\vec{a} \cdot \vec{b} = 3\sqrt{2}$ ,  $\vec{a} \cdot \vec{a} = |\vec{a}|^2 = 2^2 = 4$ ,  $\vec{b} \cdot \vec{b} = |\vec{b}|^2 = 3^2 = 9$ , то

$$\vec{p} \cdot \vec{q} = 2 \cdot 4 - 3\sqrt{2} - 9 = -1 - 3\sqrt{2}.$$

### 4.3. Векторное произведение

Три некопланарных вектора  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ , взятые в указанном порядке, образуют *правую тройку*, если с конца третьего вектора  $\vec{c}$  кратчайший поворот от первого вектора  $\vec{a}$  ко второму вектору  $\vec{b}$  виден совершающимся против часовой стрелки, и *левую*, если – по часовой.

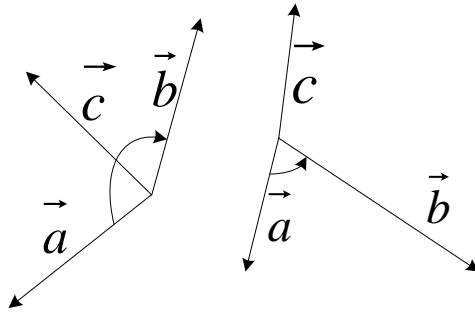


Рис. 4.3. Правая тройка (справа) и левая тройка (слева) векторов

Векторным произведением вектора  $\vec{a}$  на вектор  $\vec{b}$  называется вектор  $\vec{c}$ , который:

- 1) перпендикулярен векторам  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , т. е.  $\vec{c} \perp \vec{a}$   $\vec{c} \perp \vec{b}$ ;
- 2) имеет длину, численно равную площади параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  как на сторонах, т. е.

$$|\vec{c}| = |\vec{a} \times \vec{b}| = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \sin(\vec{a} \wedge \vec{b}) = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \sin\varphi. \quad (4.2)$$

- 3) векторы  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$  образуют правую тройку.

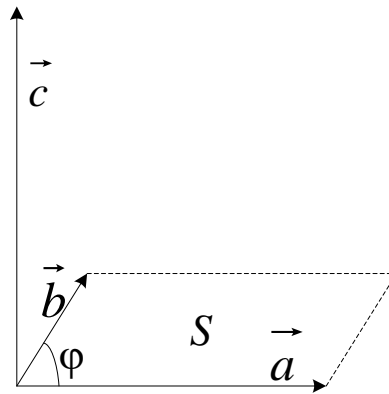


Рис. 4.4. Геометрическая интерпретация векторного произведения

Если известны координаты двух векторов  $\vec{a}\{a_1; a_2; a_3\}$  и  $\vec{b}\{b_1; b_2; b_3\}$ , то векторное произведение можно найти по формуле:

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{e}_1 & \vec{e}_2 & \vec{e}_3 \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix}. \quad (4.3)$$

### Свойства векторного произведения

1. При перестановке сомножителей векторное произведение меняет знак, т. е.  $\vec{a} \times \vec{b} = -\vec{b} \times \vec{a}$ .

2. Векторное произведение обладает сочетательным свойством относительно скалярного множителя, т. е.  $\beta(\vec{a} \times \vec{b}) = (\beta\vec{a}) \times \vec{b} = \vec{a} \times (\beta\vec{b})$ .

3. Векторное произведение обладает распределительным свойством:  $(\vec{a} + \vec{b}) \times \vec{c} = \vec{a} \times \vec{c} + \vec{b} \times \vec{c}$ . когда их векторное произведение равно нулевому вектору, т. е.  $\vec{a} \parallel \vec{b} \Leftrightarrow \vec{a} \times \vec{b} = \vec{0}$ .

4. Два ненулевых вектора  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  коллинеарны тогда и только тогда,

### Приложения векторного произведения

1. Площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , вычисляется по формуле  $S_{\text{пар}} = |\vec{a} \times \vec{b}|$ .

2. Площадь треугольника, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , равна  $S_{\text{тр}} = \frac{1}{2} |\vec{a} \times \vec{b}|$ .

*Пример 4.8.* Найти длину векторного произведения  $|\vec{a} \times \vec{b}|$ , если  $|\vec{a}| = 2$ ,  $|\vec{b}| = 3$ ,  $\alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3}$ .

*Решение*

$$|\vec{a} \times \vec{b}| = 2 \cdot 3 \cdot \sin \frac{\pi}{3} = 2 \cdot 3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 3\sqrt{3}.$$

*Пример 4.9.* Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , если  $|\vec{a}| = 2$ ,  $|\vec{b}| = 3$ ,  $\alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3}$ .

*Решение.* Так как  $S_{\text{пар}} = |\vec{a} \times \vec{b}| = 3\sqrt{3} \text{ (ед}^2\text{)}$ .

*Пример 4.10.* Найти площадь треугольника, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , если  $|\vec{a}|=2$ ,  $|\vec{b}|=3$ ,  $\alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3}$ .

*Решение.* Так как  $S_{\text{тр}} = \frac{1}{2}|\vec{a} \times \vec{b}| = \frac{3\sqrt{3}}{2}(\text{ед}^2)$ .

*Пример 4.11.* Найти длину векторного произведения  $|\vec{p} \times \vec{q}|$ , если  $\vec{p} = 2\vec{a} + \vec{b}$ ,  $\vec{q} = \vec{a} - \vec{b}$ ,  $|\vec{a}|=2$ ,  $|\vec{b}|=3$ ,  $\alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3}$ .

*Решение*

$$\begin{aligned} \vec{p} \times \vec{q} &= (2\vec{a} + \vec{b}) \times (\vec{a} - \vec{b}) = 2\vec{a} \times (\vec{a} - \vec{b}) + \vec{b} \times (\vec{a} - \vec{b}) = -2(\vec{a} - \vec{b}) \times \vec{a} - (\vec{a} - \vec{b}) \times \vec{b} = \\ &= -2\vec{a} \times \vec{a} + 2\vec{b} \times \vec{a} - \vec{a} \times \vec{b} + \vec{b} \times \vec{b}. \end{aligned}$$

По свойству векторного произведения,  $\vec{a} \times \vec{a} = 0$ ,  $\vec{b} \times \vec{b} = 0$ , то

$$\vec{p} \times \vec{q} = 2\vec{b} \times \vec{a} - \vec{a} \times \vec{b} = -2\vec{a} \times \vec{b} - \vec{a} \times \vec{b} = -3\vec{a} \times \vec{b}.$$

Как ранее было вычислено,  $|\vec{a} \times \vec{b}| = 3\sqrt{3}$ , то

$$|\vec{p} \times \vec{q}| = |-3\vec{a} \times \vec{b}| = 3|\vec{a} \times \vec{b}| = 3 \cdot 3\sqrt{3} = 9\sqrt{3}.$$

*Пример 4.12.* Найти векторное произведение  $\vec{a} \times \vec{b}$  и его длину  $|\vec{a} \times \vec{b}|$ , если  $\vec{a} \{1; 2; 3\}$ ,  $\vec{b} \{2; 2; -1\}$ .

*Решение*

$$\begin{aligned} \vec{a} \times \vec{b} &= \begin{vmatrix} \vec{e}_1 & \vec{e}_2 & \vec{e}_3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 2 & 2 & 1 \end{vmatrix} = (-1)^{1+1} \vec{e}_1 \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} + (-1)^{1+2} \vec{e}_2 \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} + (-1)^{1+3} \vec{e}_3 \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 2 \end{vmatrix} = \\ &= -4\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3 = \{-4; 5; -2\}; \end{aligned}$$

$$|\vec{a} \times \vec{b}| = \sqrt{(-4)^2 + 5^2 + (-2)^2} = \sqrt{45} = 3\sqrt{5}.$$

#### 4.4. Смешанное произведение

Рассмотрим произведение векторов  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ , составленное следующим образом:  $(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{c}$ . Здесь первые два вектора перемножаются векторно, а их результат скалярно умножается на третий вектор. Такое произведение называется *векторно-скалярным*, или *смешанным*, произведением трех векторов. Смешанное произведение представляет собой некоторое число, обозначается  $\vec{a}\vec{b}\vec{c}$  и численно равно

$$\vec{a}\vec{b}\vec{c} = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}. \quad (4.4)$$

#### Свойства смешанного произведения

1. Смешанное произведение не меняется при циклической перестановке его сомножителей, т. е.  $(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{c} = (\vec{b} \times \vec{c}) \cdot \vec{a} = (\vec{c} \times \vec{a}) \cdot \vec{b}$ .
2. Смешанное произведение не меняется при перемене местами знаков векторного и скалярного умножения, т. е.  $(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{c} = \vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c})$ .
3. Смешанное произведение меняет свой знак при перемене мест любых двух векторов-сомножителей, т. е.  $\vec{a}\vec{b}\vec{c} = -\vec{a}\vec{c}\vec{b}$  и т. д.
4. Смешанное произведение ненулевых векторов  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$  равно нулю тогда и только тогда, когда они компланарны.

#### Приложения смешанного произведения

1. Объем параллелепипеда, построенного на векторах  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ , вычисляется по формуле  $V = |\vec{a}\vec{b}\vec{c}|$ .
2. Объем треугольной пирамиды, построенной на векторах  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$  равен  $V = \frac{1}{6} |\vec{a}\vec{b}\vec{c}|$ .

*Пример 4.13.* Найти смешанное произведение векторов  $\vec{a}\{1; 2; 3\}$ ,  $\vec{b}\{2; 2; -1\}$ ,  $\vec{c}\{5; 3; 1\}$ .

*Решение.*  $\vec{a}\vec{b}\vec{c} = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 2 & -1 \\ 5 & 3 & 1 \end{vmatrix} = -21.$

*Пример 4.14.* Найти объем параллелепипеда, построенного на векторах  $\vec{a}\{1; 2; 3\}$ ,  $\vec{b}\{2; 2; -1\}$ ,  $\vec{c}\{5; 3; 1\}$ .

*Решение.* Так как  $\vec{a}\vec{b}\vec{c} = -21$ , то  $V = |\vec{a}\vec{b}\vec{c}| = |-21| = 21(\text{ед}^3).$

*Пример 4.15.* Найти объем треугольной пирамиды, построенной на векторах  $\vec{a}\{1; 2; 3\}$ ,  $\vec{b}\{2; 2; -1\}$ ,  $\vec{c}\{5; 3; 1\}$ .

*Решение.* Так как  $\vec{a}\vec{b}\vec{c} = -21$ , то  $V = \frac{1}{6}|\vec{a}\vec{b}\vec{c}| = \frac{1}{6}|-21| = 3,5(\text{ед}^3).$

## Задания для самостоятельного решения по линейной алгебре

Задание 1. Требуется записать число  $z$  в алгебраической форме.

$$\begin{aligned} 1) z = \frac{2+i}{1-i}; \quad 2) z = \frac{2-i}{1+i}; \quad 3) z = \frac{2-i}{1-i}; \quad 4) z = \frac{2+3i}{2-i}; \quad 5) z = \frac{2-3i}{2+i}; \\ 6) z = \frac{2-3i}{2-i}; \quad 7) z = \frac{4+3i}{2-5i}; \quad 8) z = \frac{4-3i}{2+5i}; \quad 9) z = \frac{4-3i}{2-5i}; \quad 10) z = \frac{4+3i}{2+5i}. \end{aligned}$$

Задание 2. Дано комплексное число  $z$ . Требуется записать число  $z$  в тригонометрической и показательной формах.

$$\begin{aligned} 1) z = -1+i\sqrt{3}; \quad 2) z = -\sqrt{3}+i; \quad 3) z = \sqrt{3}-i; \quad 4) z = 1-i\sqrt{3}; \quad 5) z = 1-i; \\ 6) z = -1+i; \quad 7) z = -1-i\sqrt{3}; \quad 8) z = -\sqrt{3}-i; \quad 9) z = -1-i; \quad 10) z = -2i. \end{aligned}$$

Задание 3. Найти  $C$ , если:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 5 & a & 2 \\ 5 & 6 & -1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 4 & 0 & -1 \\ 3 & 7 & 1 \\ b & 4 & 1 \end{pmatrix},$$

- 1)  $C = 2A + AB, a=1 \quad b=-9;$
- 2)  $C = 2A + AB, a=2 \quad b=-8;$
- 3)  $C = 2A + AB, a=3 \quad b=-7;$
- 4)  $C = 2A + AB, a=4 \quad b=-6;$
- 5)  $C = A - 3AB, a=-1 \quad b=9;$
- 6)  $C = A - 3AB, a=-2 \quad b=8;$
- 7)  $C = A - 3AB, a=-3 \quad b=7;$
- 8)  $C = A - 3AB, a=-4 \quad b=6;$
- 9)  $C = A - 3AB, a=5 \quad b=-5;$
- 10)  $C = A - 3AB, a=-5 \quad b=5.$

Дана система линейных алгебраических уравнений.

Задание 4. Решить СЛАУ методом Гаусса.

Задание 5. Решить СЛАУ методом Крамера.

Задание 6. Решить СЛАУ методом обратной матрицы (матричным методом).

$$1) \begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 8; \\ 2x_1 - 4x_2 - 3x_3 = -1; \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = 0. \end{cases} \quad 2) \begin{cases} 5x_1 + 8x_2 - x_3 = 7; \\ 2x_1 - x_2 + 2x_3 = 9; \\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 1. \end{cases} \quad 3) \begin{cases} 3x_1 + x_2 + x_3 = 21; \\ x_1 - 4x_2 - 2x_3 = -16; \\ -3x_1 + 5x_2 + 6x_3 = 41. \end{cases}$$

$$4) \begin{cases} 2x_1 - x_2 + 5x_3 = 4; \\ 5x_1 + 2x_2 + 13x_3 = 2; \\ 3x_1 - x_2 + 5x_3 = 0. \end{cases} \quad 5) \begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 = -2; \\ 4x_1 - 3x_2 + x_3 = 1; \\ 2x_1 + x_2 - x_3 = 1. \end{cases} \quad 6) \begin{cases} 7x_1 - 5x_2 = 34; \\ 4x_1 + 11x_2 = -36; \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 = -20. \end{cases}$$

$$7) \begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 = 4; \\ 3x_1 - 5x_2 + 3x_3 = 1; \\ 2x_1 + 7x_2 - x_3 = 8. \end{cases} \quad 8) \begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 = 1; \\ 8x_1 + 3x_2 - 6x_3 = 2; \\ -4x_1 - x_2 + 3x_3 = -3. \end{cases} \quad 9) \begin{cases} x_1 - 2x_2 + 3x_3 = 6; \\ 2x_1 + 3x_2 - 4x_3 = 20; \\ 3x_1 - 2x_2 - 5x_3 = 6. \end{cases}$$

$$10) \begin{cases} 4x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 8; \\ 2x_1 + 5x_2 - 3x_3 = 11; \\ 5x_1 + 6x_2 - 2x_3 = 13. \end{cases}$$

Задание 7. Вычислить скалярное произведение векторов  $\vec{x}$  и  $\vec{y}$ , если известно, что:

$$\vec{x} = \{b; 3; 1\}, \quad \vec{y} = \{a; 2; 7\}, \quad \text{где}$$

$$1) a = 1, b = -9; \quad 2) a = 2, b = -8;$$

$$3) a = 3, b = -7; \quad 4) a = 4, b = -6;$$

$$5) a = -1, b = 9; \quad 6) a = -2, b = 8;$$

$$7) a = -3, b = 7; \quad 8) a = -4, b = 6;$$

$$9) a = 5, b = -5; \quad 10) a = -5, b = 5.$$



Задание 8. Найти угол между векторами  $\vec{x}$  и  $\vec{y}$ , если известно, что:

$$\vec{x} = \{a; -1; 2\}, \vec{y} = \{-1; 5; b\}, \text{ где}$$

$$1) a = 1, b = -9; \quad 2) a = 2, b = -8;$$

$$3) a = 3, b = -7; \quad 4) a = 4, b = -6;$$

$$5) a = -1, b = 9; \quad 6) a = -2, b = 8;$$

$$7) a = -3, b = 7; \quad 8) a = -4, b = 6;$$

$$9) a = 5, b = -5; \quad 10) a = -5, b = 5.$$

Задание 9. Найти скалярное произведение векторов  $\vec{x}$  и  $\vec{y}$ , если известно, что:

$$1) \vec{x} = 3\vec{a} - 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = 5\vec{a} + 6\vec{b}, |\vec{a}| = 4, |\vec{b}| = 4, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{3};$$

$$2) \vec{x} = 3\vec{a} - 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = 5\vec{a} + 6\vec{b}, |\vec{a}| = 5, |\vec{b}| = 3, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{4};$$

$$3) \vec{x} = \vec{a} + 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = -3\vec{a} - 5\vec{b}, |\vec{a}| = 5, |\vec{b}| = 3, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{3};$$

$$4) \vec{x} = \vec{a} + 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = -3\vec{a} - 5\vec{b}, |\vec{a}| = 4, |\vec{b}| = 2, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{4};$$

$$5) \vec{x} = \vec{a} - 3\vec{b} \text{ и } \vec{y} = 3\vec{a} + \vec{b}, |\vec{a}| = 4, |\vec{b}| = 7, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{3};$$

$$6) \vec{x} = -\vec{a} - \vec{b} \text{ и } \vec{y} = 5\vec{a} - 6\vec{b}, |\vec{a}| = 3, |\vec{b}| = 8, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{4};$$

$$7) \vec{x} = -\vec{a} + 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = -5\vec{a} + \vec{b}, |\vec{a}| = 4, |\vec{b}| = 1, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{3};$$

$$8) \vec{x} = -2\vec{a} + 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = 2\vec{a} - 6\vec{b}, |\vec{a}| = 5, |\vec{b}| = 2, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{4};$$

$$9) \vec{x} = -3\vec{a} + 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = -5\vec{a} + 6\vec{b}, |\vec{a}| = 9, |\vec{b}| = 1, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{3};$$

$$10) \vec{x} = 3\vec{a} + 2\vec{b} \text{ и } \vec{y} = -5\vec{a} - 6\vec{b}, |\vec{a}| = 1, |\vec{b}| = 7, \text{ угол между векторами равен } \frac{\pi}{4}.$$

**Задание 10.** Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{x}$  и  $\vec{y}$ , если известно, что:

1)  $\vec{x} = 3\vec{a} - 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = 5\vec{a} + 6\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 4$ ,  $|\vec{b}| = 4$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{3}$ ;

2)  $\vec{x} = 3\vec{a} - 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = 5\vec{a} + 6\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 5$ ,  $|\vec{b}| = 3$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{4}$ ;

3)  $\vec{x} = \vec{a} + 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = -3\vec{a} - 5\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 5$ ,  $|\vec{b}| = 3$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{3}$ ;

4)  $\vec{x} = \vec{a} + 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = -3\vec{a} - 5\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 4$ ,  $|\vec{b}| = 2$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{4}$ ;

5)  $\vec{x} = \vec{a} - 3\vec{b}$  и  $\vec{y} = 3\vec{a} + \vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 4$ ,  $|\vec{b}| = 7$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{3}$ ;

6)  $\vec{x} = -\vec{a} - \vec{b}$  и  $\vec{y} = 5\vec{a} - 6\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 3$ ,  $|\vec{b}| = 8$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{4}$ ;

7)  $\vec{x} = -\vec{a} + 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = -5\vec{a} + \vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 4$ ,  $|\vec{b}| = 1$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{3}$ ;

8)  $\vec{x} = -2\vec{a} + 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = 2\vec{a} - 6\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 5$ ,  $|\vec{b}| = 2$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{4}$ ;

9)  $\vec{x} = -3\vec{a} + 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = -5\vec{a} + 6\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 9$ ,  $|\vec{b}| = 1$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{3}$ ;

10)  $\vec{x} = 3\vec{a} + 2\vec{b}$  и  $\vec{y} = -5\vec{a} - 6\vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = 1$ ,  $|\vec{b}| = 7$ , угол между векторами равен  $\frac{\pi}{4}$ .

**Задание 11.** Вычислить площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{x}$  и  $\vec{y}$ , если известно, что:

$$\vec{x} = \{b; 3; 1\}, \vec{y} = \{a; 2; 7\}, \text{ где}$$

1)  $a = 1, b = -9$ ;      2)  $a = 2, b = -8$ ;

3)  $a = 3, b = -7$ ;      4)  $a = 4, b = -6$ ;

5)  $a = -1, b = 9$ ;      6)  $a = -2, b = 8$ ;

7)  $a = -3, b = 7$ ;      8)  $a = -4, b = 6$ ;

9)  $a = 5, b = -5$ ;      10)  $a = -5, b = 5$ .

Задание 12. Вычислить площадь треугольника, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , если известно, что:

$$1) |\vec{a}| = 1, |\vec{b}| = 4, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{6};$$

$$2) |\vec{a}| = 2, |\vec{b}| = 6, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{4};$$

$$3) |\vec{a}| = 5, |\vec{b}| = 2, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3};$$

$$4) |\vec{a}| = 7, |\vec{b}| = 6, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{6};$$

$$5) |\vec{a}| = 3, |\vec{b}| = 8, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{4};$$

$$6) |\vec{a}| = 10, |\vec{b}| = 3, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3};$$

$$7) |\vec{a}| = 7, |\vec{b}| = 3, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{6};$$

$$8) |\vec{a}| = 4, |\vec{b}| = 3, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{4};$$

$$9) |\vec{a}| = 9, |\vec{b}| = 1, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{3};$$

$$10) |\vec{a}| = 6, |\vec{b}| = 8, \alpha = \vec{a} \wedge \vec{b} = \frac{\pi}{6}.$$

Задание 13. Найти объем параллелепипеда, построенного на векторах  $\vec{x}$ ,  $\vec{y}$  и  $\vec{z}$ , если известно, что:

$$\vec{x} = \{a; 5; 1\}, \vec{y} = \{1; b; -7\}, \vec{z} = \{2; -5; a+b\}, \text{ где}$$

$$1) a = 1, b = -9; \quad 2) a = 2, b = -8;$$

$$3) a = 3, b = -7; \quad 4) a = 4, b = -6;$$

$$5) a = -1, b = 9; \quad 6) a = -2, b = 8;$$

$$7) a = -3, b = 7; \quad 8) a = -4, b = 6;$$

$$9) a = 5, b = -5; \quad 10) a = -5, b = 5.$$

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная литература*

1. *Богомолов Н. В., Самойленко П. И.* Математика: учебник для студентов образовательных учреждений СПО, 5-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2016. 398 с.: ил.

### *Дополнительная литература*

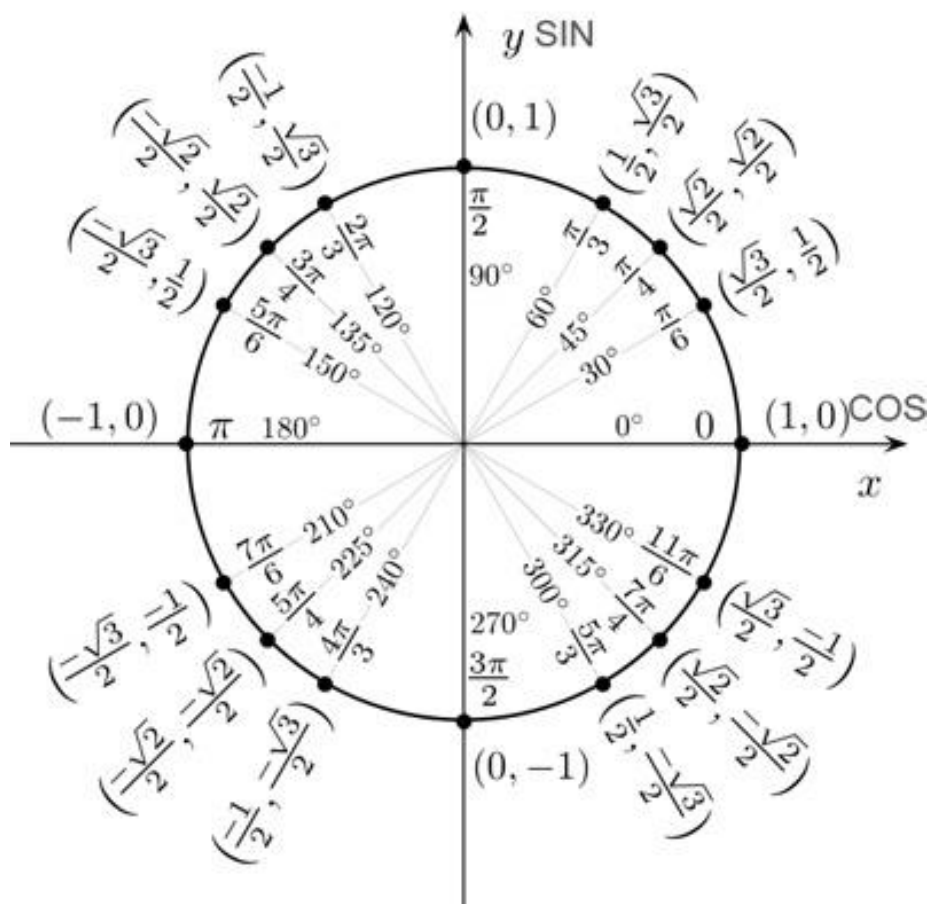
2. *Богомолов Н. В., Самойленко П. И.* Математика: учеб. для ссузов, 7-е изд., стереот. М.: Дрофа, 2010. 395 с.

3. *Богомолов Н. В., Сергиенко Л. Ю.* Сборник дидактических заданий по математике: учеб. пособие для ссузов, 4-е изд., стереот. М.: Дрофа, 2010. 236 с.

4. *Богомолов Н. В.* Сборник задач по математике: учеб. пособие для ссузов, 6-е изд., стереот. М.: Дрофа, 2012. 204 с.

5. *Омельченко В. П., Курбатова Э. В.* Математика: учеб. пособие, изд. 6-е, стереот. Ростов-на-Дону: Феникс, 2012. 380 с.

**Значения косинуса и синуса на окружности**



$\alpha$	$0^\circ$ (0 рад)	$30^\circ$ ( $\pi/6$ )	$45^\circ$ ( $\pi/4$ )	$60^\circ$ ( $\pi/3$ )	$90^\circ$ ( $\pi/2$ )	$180^\circ$ ( $\pi$ )	$270^\circ$ ( $3\pi/2$ )	$360^\circ$ ( $2\pi$ )
$\sin \alpha$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	0	-1	0
$\cos \alpha$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0	1
$\operatorname{tg} \alpha$	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	Не сущ.	0	Не сущ.	0
$\operatorname{ctg} \alpha$	Не сущ.	$\sqrt{3}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	0	Не сущ.	0	Не сущ.

Учебное издание

ИСЛАМГАЛИЕВ Дмитрий Владимирович

ПЯТКОВА Вера Борисовна

## ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

Часть 1

*Учебно-методическое пособие*  
по разделу дисциплины «Математика»  
для студентов очного обучения  
*среднего профессионального образования*  
специальности 20.02.04 – «Пожарная безопасность»

Электронное издание  
Текст (визуализированный): непосредственный

Редактор изд-ва *В. В. Баклаева*  
Компьютерная верстка *авторов*

Подписано к использованию *04.10.2022 г.*  
Объем данных 1,49 Мб  
Держатель документа: научная библиотека УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»

Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный  
горный университет»

Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков, Л. Д. Чучманова

# МЕХАНИКА

*Учебное пособие*

Екатеринбург  
2020

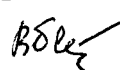


Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»

**ОДОБРЕНО**  
Методической комиссией  
горно-механического факультета

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель комиссии

 проф. В. П. Барановский

Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков, Л. Д. Чучманова

# МЕХАНИКА

*Учебное пособие*



Рецензент: *А. П. Котельников*, канд. техн. наук, доцент кафедры проектирования и эксплуатации автомобилей (Уральский государственный университет путей сообщения).

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры технической механики от 07.11.2019 г. (протокол № 3) и рекомендовано для издания в УГГУ.  
Печатается по решению Учебно-методического совета Уральского государственного горного университета.

**Волков Е. Б., Казаков Ю. М., Чучманова Л. Д.**

**В87 МЕХАНИКА: учебное пособие / Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков, Л. Д. Чучманова.**  
– Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2020. – 102 с.  
ISBN 978-5-8019-0499-3

Учебное пособие содержит краткие методические указания, контрольные задания и примеры выполнения заданий по темам: Статика твердого тела. Равновесие произвольной плоской системы сил. Кинематика поступательного, вращательного и плоского движений твердого тела. Определение скоростей и ускорений точек твёрдого тела. Динамика механической системы. Деформация растяжения – сжатия стержней с учетом собственного веса. Деформация кручения вала. Деформация поперечного изгиба балок. Учебное пособие для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения.

ISBN 978-5-8019-0499-3

© Волков Е. Б., Казаков Ю.М.,  
Чучманова Л.Д., 2020

© Уральский государственный горный  
университет, 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА.....	<u>4</u>
1.1. Основные виды связей и их реакции .....	<u>4</u>
1.2. Моменты силы относительно центра и относительно оси. Пара сил. Момент пары .....	<u>5</u>
1.3. Условия равновесия систем сил .....	<u>7</u>
1.4. Задание 1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел .....	<u>8</u>
2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЕРДОГО ТЕЛА .....	<u>17</u>
2.1. Кинематика точки. Основные параметры движения точки.....	<u>17</u>
2.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси .....	<u>19</u>
2.3. Плоскопараллельное движение твёрдого тела .....	<u>20</u>
2.4. Задание 2. Определение скоростей и ускорений точек твёрдого тела при поступательном и вращательном движениях .....	<u>23</u>
2.5. Задание 3. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении .....	<u>29</u>
3. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ .....	<u>37</u>
3.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы...	<u>37</u>
3.2. Задание 4. Динамический расчет механической системы.....	<u>38</u>
3.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы. ....	<u>46</u>
3.4. Задание 5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии .....	<u>48</u>
4. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ .....	<u>58</u>
4.1. Основные цели и задачи сопротивления материалов .....	<u>58</u>
4.2. Деформация растяжения и сжатия стержней.....	<u>58</u>
4.3. Задание 6. Осевая деформация растяжения-сжатия стержней с учетом собственного веса .....	<u>61</u>
4.4. Деформация кручения вала.....	<u>67</u>
4.5. Задание 7. Деформация кручения статически неопределимого вала .....	<u>69</u>
4.6. Деформация поперечного изгиба балок. Основные понятия.....	<u>76</u>
4.7. Подбор поперечного сечения балки .....	<u>79</u>
4.8. Задание 8. Проверка балки на прочность. Деформация балки при поперечном изгибе .....	<u>81</u>
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	<u>98</u>
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	<u>100</u>
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	<u>102</u>

# 1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Статика** представляет раздел теоретической механики, в котором изучаются условия равновесия твердых тел под действием системы сил.

## 1.1. Основные виды связей и их реакции

**Опора тела на гладкую плоскость (поверхность) без трения.** Реакция приложена в точке касания и направлена перпендикулярно к общей касательной соприкасающихся поверхностей. В частном случае при опоре углом или на угол (рис. 1.1, *a*) реакция направлена по нормали к одной из поверхностей. **Гибкая связь.** Если на тело наложена связь в виде гибкой нерастяжимой нити (каната, троса), то реакция связи  $\vec{T}$ , равная натяжению нити, приложена к телу и направлена вдоль нити (рис. 1.1, *b*).

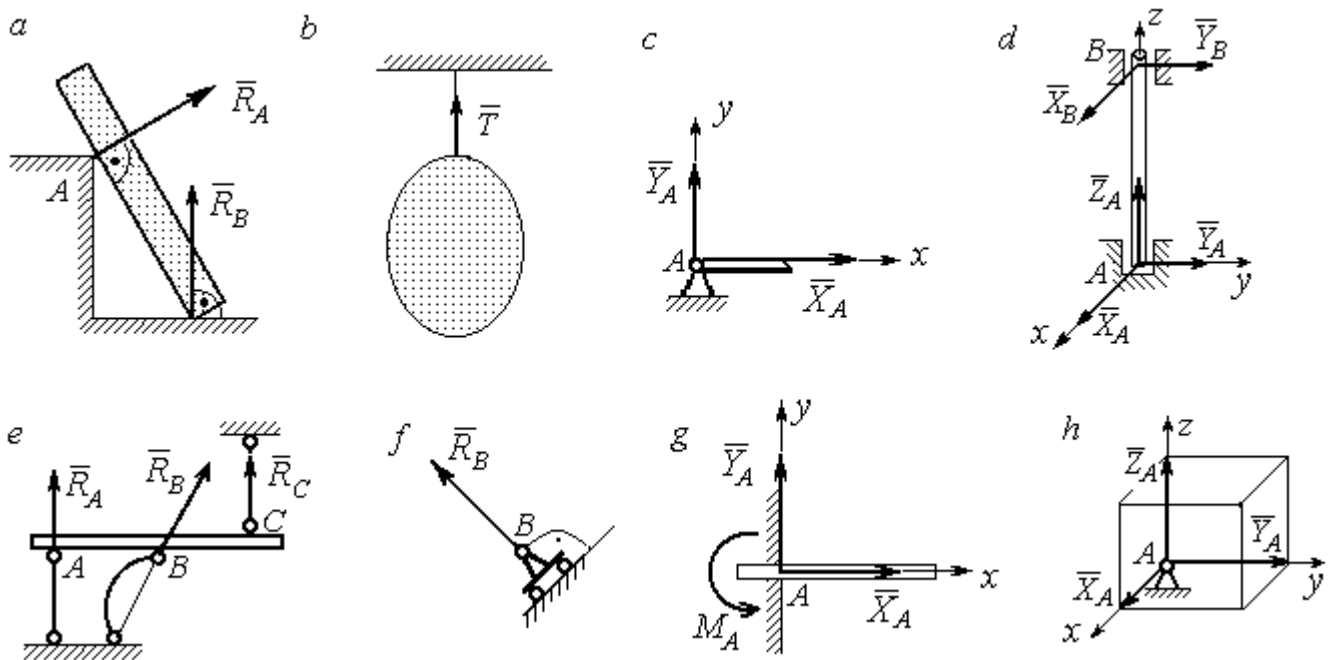


Рис. 1.1. Виды связей и их реакции:

*a* – реакция опоры тела на гладкую поверхность без трения; *b* – реакция связи гибкой нерастяжимой нити; *c* – реакция цилиндрического шарнира; *d* – реакция подшипника и подпятника; *e* – реакция невесомого стержня; *f* – реакция подвижной опоры; *g* – реакция жесткой заделки; *h* – реакция пространственного шарнира

**Цилиндрический шарнир (подшипник)** создает соединение, при котором одно тело может вращаться по отношению к другому. Реакция цилиндрического шарнира лежит в плоскости, перпендикулярной оси шарнира. При решении задач реакцию цилиндрического шарнира  $\vec{R}_A$  изображают ее составляющими  $\vec{X}_A$  и  $\vec{Y}_A$ , взятыми по направлениям координатных осей (рис. 1.1, c). Величина реакции определяется по формуле:  $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$ . Реакция подшипника  $\vec{R}_B$  (рис. 1.1, d) также изображается своими составляющими  $\vec{X}_B$  и  $\vec{Y}_B$ , взятыми по направлениям координатных осей в плоскости, перпендикулярной оси вращения подшипника. **Реакция прямолинейного невесомого стержня с шарнирными соединениями на краях** направлена вдоль самого стержня, а криволинейного – вдоль линии, соединяющей точки крепления стержня (рис. 1.1, e). **Реакция подвижной опоры**  $\vec{R}_B$  (рис. 1.1, f) направлена по нормали к поверхности, на которую опираются катки опоры. **Жесткая заделка** (рис. 1.1, g) препятствует не только линейным перемещениям тела, но и повороту. Реакция заделки состоит из силы реакции  $\vec{R}_A$  и пары сил с моментом  $M_A$ . При решении задач силу реакции жесткой заделки  $\vec{R}_A$  изображают ее составляющими  $\vec{X}_A$  и  $\vec{Y}_A$ , взятыми по направлениям координатных осей. Модуль реакции определяется по формуле  $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$ . Виды связей и их реакции показаны на рис. 1.1.

## 1.2. Моменты силы относительно центра и относительно оси. Пара сил. Момент пары

Алгебраическим моментом силы  $F$  относительно центра  $O$ , или просто **моментом силы**  $\vec{F}$  относительно центра  $O$ , называют взятое с соответствующим знаком произведение модуля силы  $\vec{F}$  на кратчайшее расстояние  $h$  от центра  $O$  до линии действия силы:  $M_O(\vec{F}) = \pm Fh$  (рис. 1.2, a).

Величину  $h$  называют **плечом силы**. Момент силы относительно центра считается положительным, если сила стремится повернуть тело вокруг центра против хода часовой стрелки, и отрицательным – в обратном случае.

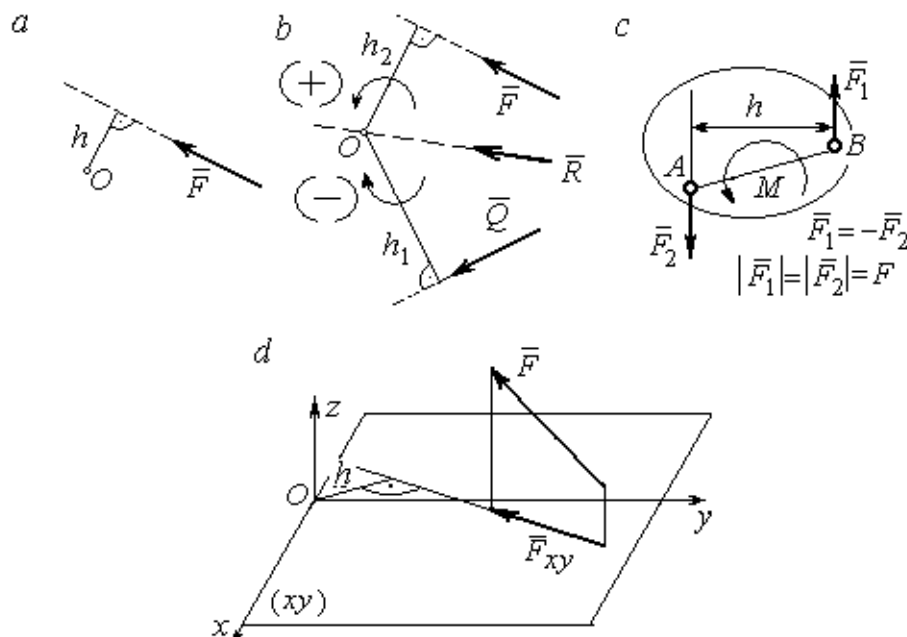


Рис. 1.2. Схемы для вычисления моментов сил:  
 a, b – момент силы относительно центра; c – момент пары сил;  
 d – момент силы относительно оси

На рис. 1.2, b показано, что момент силы  $\vec{F}$  относительно центра  $O$  положительный, а момент силы  $\vec{Q}$  относительно того же центра – отрицательный. Момент силы  $\vec{R}$  относительно центра  $O$  равен нулю, так как линия действия этой силы проходит через центр  $O$  и плечо силы равно нулю.

**Парой сил**, или просто парой (рис.1.2, c), называют систему двух равных по модулю сил, параллельных, направленных в противоположные стороны и не лежащих на одной прямой. Алгебраическим моментом пары сил, или **моментом пары**, называют взятое со знаком плюс или минус произведение модуля одной из сил пары на плечо пары – кратчайшее расстояние между линиями действия ее сил. Правило знаков такое же, как и для момента силы. На рисунках пару часто изображают дуговой стрелкой, показывающей направление поворота твердого тела под действием пары (см.  $M$  на рис. 1.2, c).

**Моментом силы относительно оси** называют момент проекции этой силы на плоскость, перпендикулярную оси, относительно точки пересечения оси с этой плоскостью. На рис. 1.2, *d* показано вычисление момента силы  $F$  относительно оси  $z$ :  $M_z(\vec{F}) = F_{xy}h$ , где  $F_{xy}$  – проекция силы  $\vec{F}$  на плоскость  $xу$ , перпендикулярную оси  $z$ ,  $h$  – плечо проекции  $F_{xy}$  относительно центра  $O$  – точки пересечения оси  $z$  и плоскости  $xOy$ .

### 1.3. Условия равновесия систем сил

**Плоской системой сил** называется система сил, расположенных в одной плоскости.

**Основная форма условий равновесия плоской системы сил.** Для равновесия плоской системы сил, приложенных к твердому телу, необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из двух осей прямоугольной системы координат, расположенной в плоскости действия сил, были равны нулю и сумма моментов сил относительно любого центра, находящегося в плоскости действия сил, также была равна нулю:

$$\sum F_{kx} = 0, \quad \sum F_{ky} = 0, \quad \sum M_A(\vec{F}_k) = 0,$$

где  $F_{kx}, F_{ky}$  – проекции всех сил на координатные оси;  $M_A(\vec{F}_k)$  – моменты всех сил относительно произвольно выбранного центра  $A$ .

**Пространственной системой сил** называется система сил, расположенных произвольно в пространстве.

Для **равновесия пространственной системы сил** необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на оси прямоугольной системы координат были равны нулю и суммы моментов всех сил относительно тех же осей также были равны нулю:

$$\sum F_{kx} = 0, \quad \sum F_{ky} = 0, \quad \sum F_{kz} = 0,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0, \quad \sum M_y(\vec{F}_k) = 0, \quad \sum M_z(\vec{F}_k) = 0,$$

где  $F_{kx}, F_{ky}, F_{kz}$  – проекции всех сил на координатные оси  $x, y, z$ ;  $M_x(\vec{F}_k)$ ,  $M_y(\vec{F}_k)$ ,  $M_z(\vec{F}_k)$  – моменты всех сил относительно выбранных осей.

### **Равновесие систем тел**

Связи, соединяющие части конструкции, называют **внутренними**, в отличие от **внешних** связей, скрепляющих конструкцию с внешними телами, не входящими в данную конструкцию. Одним из способов решения задач на равновесие сил, действующих на сочленённую конструкцию с внутренними связями, является **разбиение конструкции на отдельные тела** и составление уравнений равновесия для каждого из тел, входящих в конструкцию. При этом в уравнения равновесия должны входить только силы, непосредственно приложенные к тому телу, равновесие которого рассматривается.

#### **1.4. Задание 1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел**

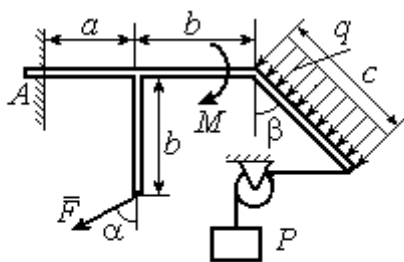
Каждый вариант задания включает две задачи по темам: «Равновесие произвольной плоской системы сил» и «Равновесие системы тел».

В задачах требуется определить реакции связей конструкции исходя из условия равновесия произвольной плоской системы сил. Весом стержневых подпорок, поддерживающих балочные конструкции, и блоков, через которые перекинута невесомые нити, пренебречь.

Варианты заданий даны на рис. 1.3 – 1.6. Исходные данные приведены в табл. 1.1. Из таблицы исходных данных выбираются значения тех параметров, которые указаны на схемах.

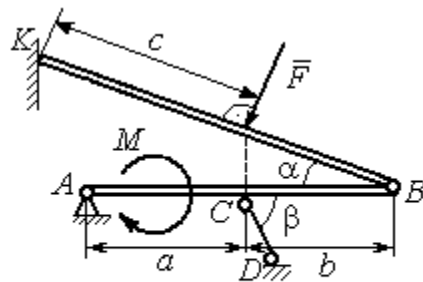
Варианты № 1, 11, 21

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке  $A$

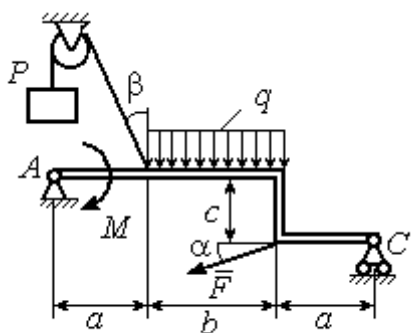
Задача 2



Найти реакции шарниров  $A, B$ , реакцию стержня  $CD$  и реакцию опоры в точке  $K$

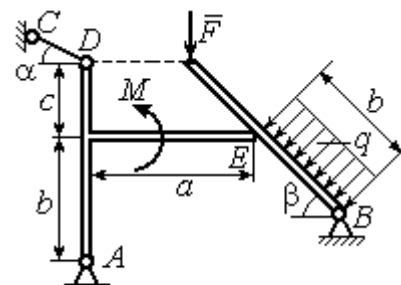
Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



Найти реакции шарниров  $A$  и  $C$

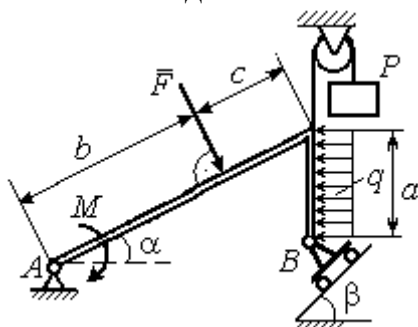
Задача 2



Найти реакции шарниров  $A, B$ , реакцию опоры в точке  $E$  и реакцию стержня  $CD$

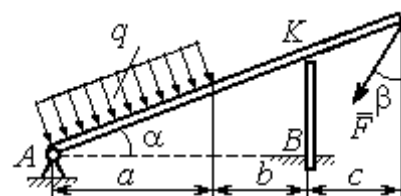
Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



Найти реакцию шарниров  $A$  и  $B$

Задача 2



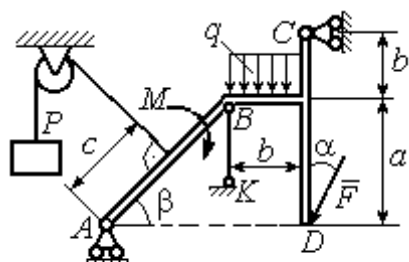
Найти реакцию шарнира  $A$ , реакцию опоры в точке  $K$  и реакцию жесткой заделки в точке  $B$

Рис. 1.3. Задание 1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23



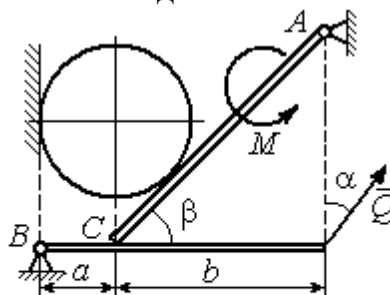
Варианты № 4, 14, 24

Задача 1



Найти усилие в стержне  $BK$  и реакцию шарниров  $A, C$

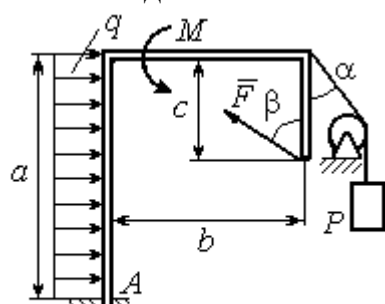
Задача 2



Вес шара  $P$ . Найти реакцию шарниров  $A, B$ , давление шара на балку и стенку, реакцию опоры балки в точке  $C$  и уравновешивающую силу  $Q$

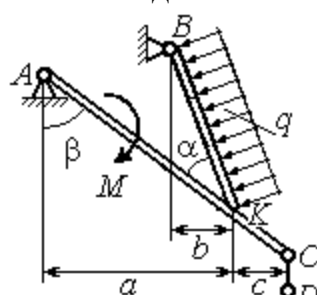
Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке  $A$

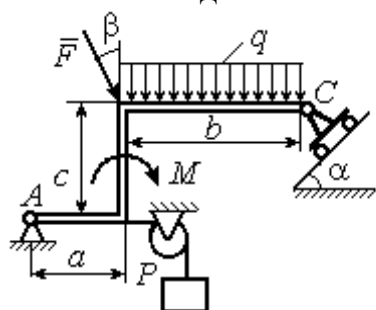
Задача 2



Найти реакцию шарниров  $A, B$ , реакцию стержня  $CD$  и реакцию опоры в точке  $K$

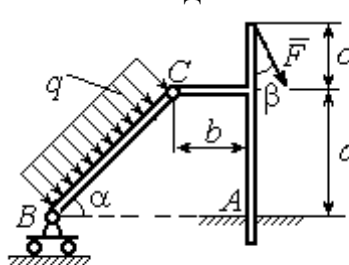
Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Найти реакции шарниров  $A$  и  $C$

Задача 2

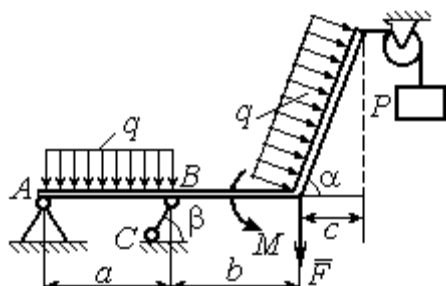


Найти реакцию жесткой заделки в точке  $A$  и реакции шарниров  $B$  и  $C$

Рис. 1.4. Задание 1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 4 – 6, 14 – 16, 24 – 26

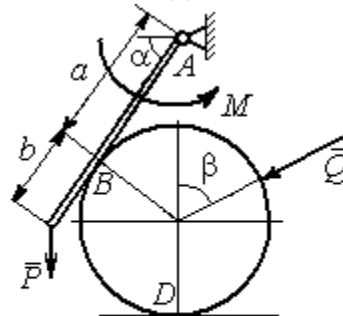
Варианты № 7, 17, 27

Задача 1



Найти реакцию стержня  $BC$  и реакцию шарнира  $A$

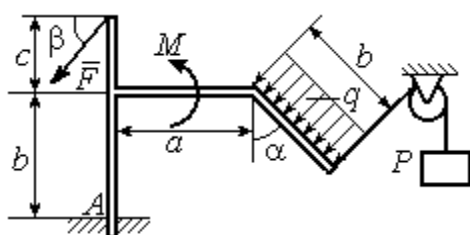
Задача 2



Найти реакцию шарнира  $A$ , давление балки на шар, реакцию опоры шара в точке  $D$  и уравновешивающую силу  $Q$

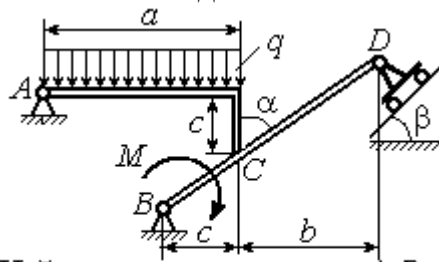
Варианты № 8, 18, 28

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке  $A$

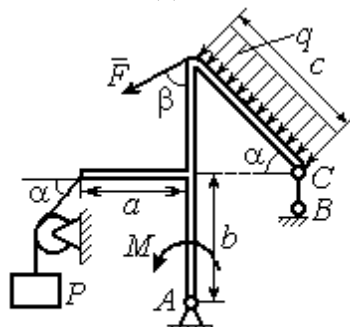
Задача 2



Найти реакцию шарниров  $A, B$  и  $D$  и реакцию опоры в точке  $C$

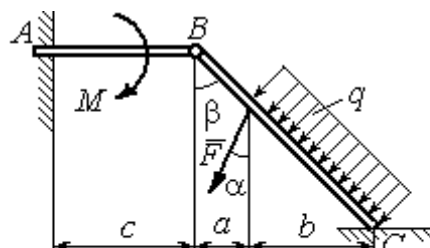
Варианты № 9, 19, 29

Задача 1



Найти реакцию стержня  $BC$  и реакцию шарнира  $A$

Задача 2



Найти реакцию жесткой заделки в точке  $A$ , реакцию шарнира  $B$  и реакцию опоры в точке  $C$

Рис. 1.5. Задание 1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

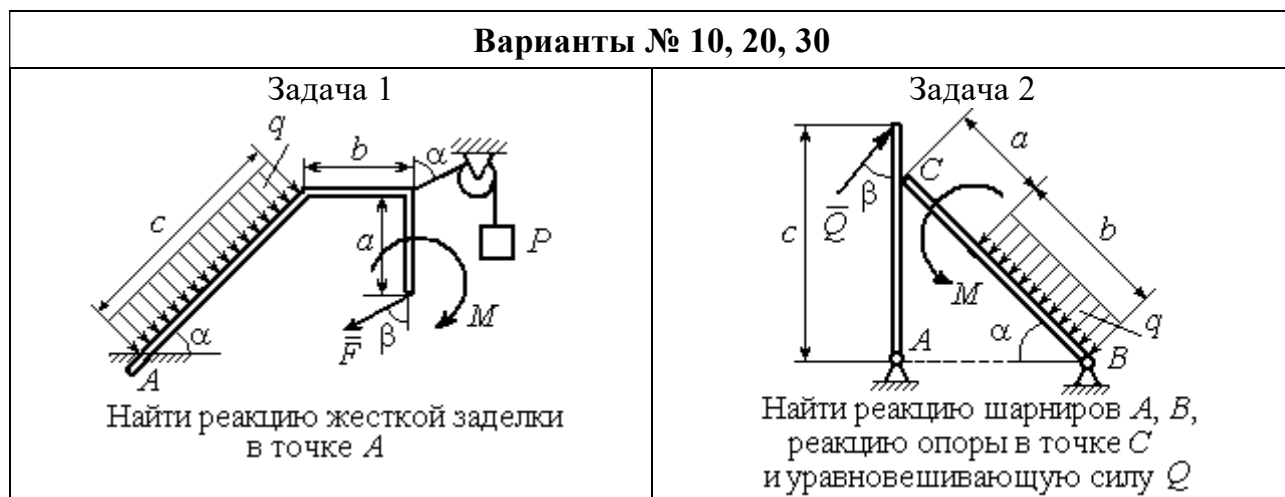


Рис. 1.6. Задание 1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 10, 20, 30

Таблица 1.1

**Исходные данные задания 1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел**

Номер варианта задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$P$ , кН	6	5	6	12	6	6	10	3	8	5	10	4	8	10	8
$F$ , кН	12	6	10	5	12	8	6	5	6	2	12	8	12	6	10
$q$ , кН/м	5	4	2	3	6	3	5	2	2	4	6	2	3	4	5
$M$ , кН·м	12	8	6	8	12	5	12	8	4	6	8	12	10	6	10
$\alpha$ , град	45	60	30	60	30	30	45	60	30	30	45	30	60	45	60
$\beta$ , град	60	30	45	30	60	90	60	60	30	45	30	45	30	60	30
$a$ , м	3	4	3	4	3	4	3	4	1	2	2	3	2	3	4
$b$ , м	3	3	4	3	2	4	3	3	2	3	3	3	4	3	2
$c$ , м	4	2	2	2	3	2	2	1	5	4	4	2	1	2	2

Номер варианта задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$P$ , кН	10	8	10	6	4	6	12	10	5	6	8	6	8	4	6
$F$ , кН	6	12	12	8	3	14	10	8	15	10	12	8	10	10	2
$q$ , кН/м	5	3	4	3	2	3	2	5	4	2	3	4	5	2	4
$M$ , кН·м	10	6	8	6	5	12	4	6	8	10	12	10	6	4	8
$\alpha$ , град	60	60	30	45	60	30	60	45	30	60	45	30	30	30	45
$\beta$ , град	45	30	30	60	60	45	30	60	30	45	90	30	60	45	30
$a$ , м	3	4	3	1	2	2	4	1	4	3	4	3	2	1	2
$b$ , м	2	4	3	3	4	1	4	3	2	2	2	2	2	2	2
$c$ , м	3	2	2	4	5	4	2	2	1	1	1	2	1	3	5

## Пример выполнения задания 1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел.

**Задача 1.** Рама  $ACE$  (рис. 1.7) в точке  $A$  закреплена на цилиндрической шарнирной опоре, а в точке  $B$  поддерживается вертикальным невесомым стержнем  $BK$ . На раму действуют: пара с моментом  $M=8$  Н·м, сила  $F=10$  Н, приложенная в точке  $D$  под углом  $60^\circ$  к раме, и равномерно распределенная нагрузка интенсивностью  $q=2$  Н/м, приложенная на отрезке  $AB$ . В точке  $E$  под прямым углом к участку балки  $CE$  прикреплен трос, несущий груз  $P=20$  Н. Пренебрегая весом балки, определить реакцию шарнира  $A$  и реакцию стержневой опоры  $BK$ , если  $a=2$  м.

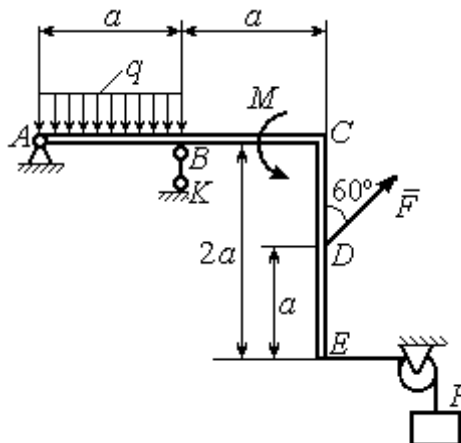


Рис. 1.7. Конструкция рамы

### Решение

Выбираем систему координат  $xAy$ , например, как показано на рис. 1.8. Заменяем действие связей их реакциями. Изображаем реакцию шарнира  $A$

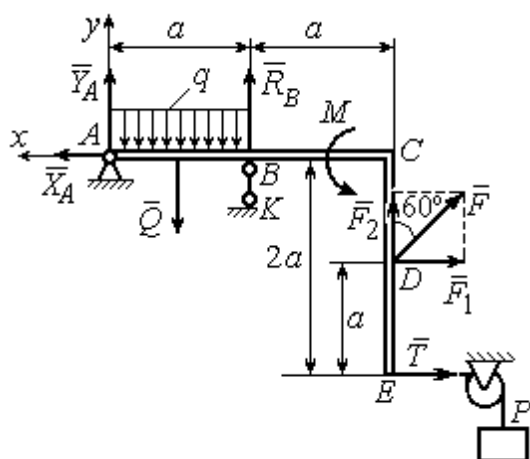


Рис. 1.8. Силы и реакции связей, действующие на раму при её равновесии

двумя ее составляющими  $\bar{X}_A$  и  $\bar{Y}_A$ , направленными вдоль горизонтальной и вертикальной осей (см. рис. 1.8). Реакция  $\bar{R}_B$  невесомой стержневой опоры  $BK$  приложена к балке в точке  $B$  и направлена вдоль стержня  $BK$ . Заменяем распределенную нагрузку её равнодействующей  $\bar{Q}$ . Сила  $\bar{Q}$

приложена в середине отрезка  $AB$  и по модулю  $Q=qa=4$  Н. Действие груза  $P$  на раму изображается реакцией троса  $\bar{T}$ , равной по величине весу груза и приложенной в точке  $E$ .

При равновесии рамы действующие на неё силы составляют уравновешенную произвольную плоскую систему. Условия равновесия системы сил имеют вид:  $\sum F_{kx} = 0$ ,  $\sum F_{ky} = 0$ ,  $\sum M_A(\vec{F}_k) = 0$ . Вычисляя проекции сил на оси  $x$ ,  $y$  и моменты сил относительно центра  $A$ , получим уравнения равновесия в виде:

$$\sum F_{kx} = X_A - F \cos 30^\circ - T = 0, \quad \sum F_{ky} = Y_A - Q + R_B + F \cos 60^\circ = 0;$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -Q \frac{a}{2} + R_B a + M + F \cos 60^\circ \cdot 2a + F \cos 30^\circ \cdot a + T 2a = 0.$$

Здесь для вычисления момента силы  $\vec{F}$  относительно центра  $A$  использована теорема Вариньона:  $M_A(\vec{F}) = M_A(\vec{F}_1) + M_A(\vec{F}_2) = F_1 \cdot a + F_2 \cdot 2a$ , где  $F_1 = F \cos 30^\circ$ ,  $F_2 = F \cos 60^\circ$  (см. рис. 1.8).

Подставляя в уравнения равновесия исходные данные задачи, получим систему уравнений относительно неизвестных  $X_A, Y_A, R_B$ :

$$X_A - 28,66 = 0, \quad Y_A + R_B + 1 = 0, \quad R_B \cdot 2 + 121,32 = 0.$$

Решая систему, найдем  $X_A = 28,66$  Н,  $Y_A = 59,66$  Н,  $R_B = -60,66$  Н.

Отрицательное значение величины  $R_B$  означает, что фактическое направление реакции  $R_B$  стержневой опоры  $BK$  противоположно направлению, показанному на рис. 1.8. Численное значение реакции шарнира

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = \sqrt{28,66^2 + 59,66^2} = 66,18 \text{ Н.}$$

**Задача 2.** Балка  $ABLC$  с вертикальной частью  $AB$  и горизонтальной перекладиной  $LC$  закреплена в точке  $A$  с помощью жесткой заделки (рис. 1.9). Наклонная балка  $EC$  с углом наклона к горизонту  $60^\circ$  в точке  $C$  шарнирно прикреплена к горизонтальной перекладине  $CL$ , а в точке  $E$  закреплена на шарнирно-подвижной опоре, установленной на горизонтальной поверхности. На конструкцию действуют равномерно распределенная на отрезках  $BL$  и  $DE$  нагрузка с одинаковой интенсивностью  $q = 2$  кН/м, сила  $\vec{F}$ , приложенная в точке  $D$  перпендикулярно балке  $EC$  и равная по величине  $F = 10$  кН, и пара сил

с моментом  $M = 5 \text{ кН}\cdot\text{м}$ . Определить реакцию жесткой заделки  $A$  и реакции шарниров  $C$  и  $E$ , если  $a = 2 \text{ м}$ .

*Решение*

Разделим систему на две части по шарниру  $C$  и рассмотрим равновесие балок  $ABLC$  и  $EC$  отдельно. Изобразим обе балки и расставим внешние силы и реакции связей (рис. 1.10). Рассмотрим балку  $ABLC$  (см. рис. 1.10,  $a$ ). Заменяем распределенную нагрузку эквивалентной силой  $\bar{Q}_1$ , приложенной в середине отрезка  $BL$ , направленной в сторону действия нагрузки:  $Q_1 = q \cdot a = 4 \text{ кН}$ . Кроме силы  $\bar{Q}_1$  и пары сил с моментом  $M$  на балку действуют реакция жесткой заделки в точке  $A$ , имеющая своими

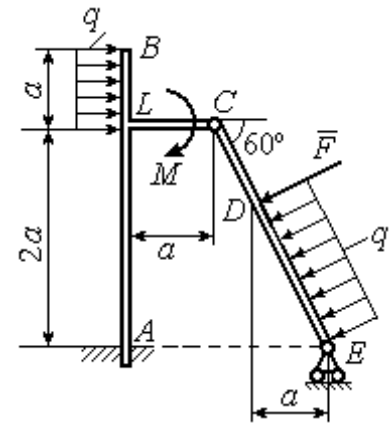


Рис. 1.9. Равновесие конструкции двух балок, соединённых шарниром

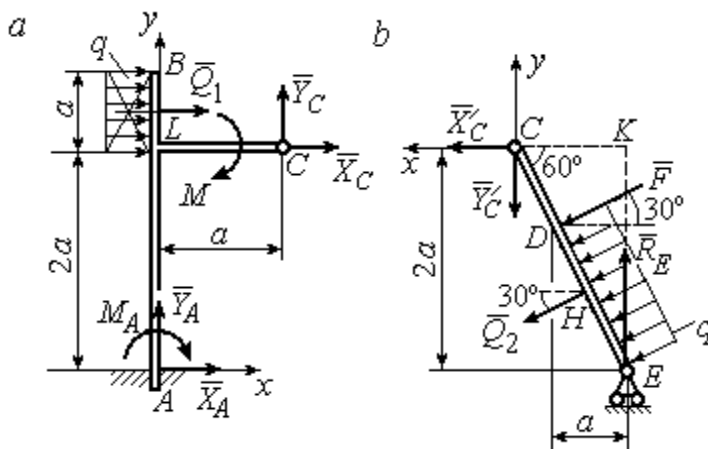


Рис. 1.10. Равновесие частей конструкции:  
 $a$  - силы и реакции связей, действующие на балку  $ABLC$ ;  
 $b$  - силы и реакции связей, действующие на балку  $CE$

составляющими силы  $\bar{X}_A$ ,  $\bar{Y}_A$  и пару сил с моментом  $M_A$ , а также реакция шарнира  $C$ , разложенная на составляющие  $\bar{X}_C$ ,  $\bar{Y}_C$  (см. рис. 1.10,  $a$ ). Действующие на раму силы составляют уравновешенную плоскую систему сил. Выберем систему координат  $xAy$ , как

показано на рис. 1.10,  $a$ , и составим уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = X_A + Q_1 + X_C = 0, \quad \sum F_{ky} = Y_A + Y_C = 0,$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -M_A - Q_1 \cdot \left(2a + \frac{a}{2}\right) - M + Y_C a - X_C 2a = 0.$$

Рассмотрим равновесие балки  $EC$ . Заменим равномерную нагрузку эквивалентной силой  $\vec{Q}_2$ , приложенной в середине отрезка  $ED$ , направленной в сторону действия нагрузки и равной по модулю  $Q_2 = q \cdot 2a = 8 \text{ кН}$ . На балку кроме сил  $\vec{Q}_2$ ,  $\vec{F}$  действуют реакции связей:  $\vec{R}_E$  – реакция шарнирно-подвижной опоры в точке  $E$ ;  $\vec{X}'_C, \vec{Y}'_C$  – составляющие реакции шарнира  $C$ . Силы  $\vec{X}'_C, \vec{Y}'_C$  направлены противоположно силам  $\vec{X}_C, \vec{Y}_C$  и равны им по модулю  $X_C = X'_C, Y_C = Y'_C$  (см. рис. 1.10,  $a, b$ ). Действующие на балку  $EC$  силы образуют плоскую уравновешенную систему сил. Выберем систему координат  $xCy$ , как показано на рис. 1.10,  $b$ , и составим уравнения равновесия. При этом центром, относительно которого будем считать моменты сил, выберем точку  $C$ . Получим:

$$\sum F_{kx} = Q_2 \sin 60^\circ + F \cos 30^\circ + \vec{X}'_C = 0, \quad \sum F_{ky} = R_E - Q_2 \cos 60^\circ - F \sin 30^\circ - Y'_C = 0, \\ \sum M_C(\vec{F}_k) = -F \cdot CD - Q_2 \cdot CH + R_E \cdot CK = 0.$$

Здесь плечи сил:  $CD = \frac{2a}{\cos 30^\circ} - 2a, CH = \frac{2a}{\cos 30^\circ} - a, CK = 2a \operatorname{tg} 30^\circ$ . Заменяя в

уравнениях величины  $X'_C$  на  $X_C$ , а  $Y'_C$  на  $Y_C$  и подставляя исходные данные, получим систему уравнений:

$$X_A + X_C + 4 = 0, \quad Y_A + Y_C = 0, \quad -M_A - 4X_C + 2Y_C - 25 = 0, \\ X_C + 15,59 = 0, \quad -Y_C + R_E - 9 = 0, \quad 2,31R_E - 27,14 = 0,$$

откуда найдём величины реакции жесткой заделки и реакции шарниров:

$$X_A = 11,59 \text{ кН}, \quad Y_A = -2,76 \text{ кН}, \quad M_A = 42,87 \text{ кН} \cdot \text{м}; \\ X_C = -15,59 \text{ кН}, \quad Y_C = 2,76 \text{ кН}, \quad R_E = 11,76 \text{ кН}.$$

Модули реакций жесткой заделки  $A$  и шарнира  $C$ :

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 11,91 \text{ кН}, \quad R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2} = 15,83 \text{ кН}.$$

## 2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Кинематикой** называется раздел механики, в котором изучаются свойства движения материальных тел без учета их масс и действующих на них сил.

### 2.1. Кинематика точки. Основные параметры движения точки

Кривая, которую описывает движущаяся точка, называется **траекторией** точки. Движение точки может быть задано **векторным, координатным** или **естественным** способами.

**Векторный способ** основан на определении положения точки ее радиусом-вектором в виде векторного уравнения  $\vec{r} = \vec{r}(t)$ . При **координатном способе** задания движения точки положение точки определяется ее координатами, заданными для каждого момента времени:  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$ ,  $z = z(t)$ . **Естественный способ** задания движения используется, если заранее известна траектория движения точки. Тогда положение точки однозначно определяется длиной дуги  $OM = S(t)$ , отсчитываемой от некоторой фиксированной точки  $O$ , принятой за начало отсчета.

**Мгновенная скорость**, или скорость точки в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от радиуса-вектора точки:  $\vec{V} = \dot{\vec{r}}$ . Вектор скорости точки  $\vec{V}$  всегда направлен по касательной к траектории в сторону движения точки.

При координатном способе задания движения величины проекций вектора скорости  $\vec{V}$  на координатные оси определяются как производные по времени от соответствующих координат:  $V_x = \dot{x}$ ,  $V_y = \dot{y}$ ,  $V_z = \dot{z}$ . Модуль вектора скорости:  $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$ . При естественном способе задания движения вектор скорости точки определяется равенством  $\vec{V} = \dot{S}\vec{\tau}$ , где  $S = S(t)$



– закон изменения длины дуги,  $\vec{\tau}$  – единичный вектор касательной к траектории движения, направленный в сторону возрастающих расстояний.

Величина  $V = |\dot{S}|$  называется алгебраической скоростью точки. При  $\dot{S} > 0$  вектор скорости  $\vec{V}$  направлен по единичному вектору  $\vec{\tau}$  – в сторону возрастающих расстояний. При  $\dot{S} < 0$  он имеет направление, противоположное единичному вектору  $\vec{\tau}$ , т. е. в сторону убывающих расстояний.

**Мгновенное ускорение**, или ускорение точки в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от вектора скорости точки или как вторая производная от радиус-вектора точки:

$\vec{a} = \dot{\vec{V}} = \ddot{\vec{r}}$ . При координатном способе проекции вектора ускорения  $\vec{a}$  на координатные оси – величины  $a_x$ ,  $a_y$ ,  $a_z$  – определяются равенствами:

$a_x = \dot{V}_x = \ddot{x}$ ,  $a_y = \dot{V}_y = \ddot{y}$ ,  $a_z = \dot{V}_z = \ddot{z}$ . Модуль вектора ускорения

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}.$$

При естественном способе задания движения вектор ускорения точки  $\vec{a}$  раскладывается на две взаимно перпендикулярные составляющие  $\vec{a}_n$  и  $\vec{a}_\tau$ , параллельные осям  $n$  и  $\tau$  естественной системы координат, и представляется в виде равенства  $\vec{a} = a_\tau \vec{\tau} + a_n \vec{n}$ , или  $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$ , где  $\vec{\tau}$  – единичный направляющий вектор оси, касательной к траектории (касательная ось);  $\vec{n}$  – единичный направляющий вектор главной нормали траектории. Величина  $a_n$  называется **нормальным ускорением** точки и вычисляется по формуле:

$a_n = \frac{V^2}{\rho}$ , где  $\rho$  – радиус кривизны траектории. (У окружности радиус кривизны равен её радиусу, у прямой линии – бесконечности.) Вектор  $\vec{a}_n$  нормальной составляющей ускорения всегда направлен к центру кривизны траектории. При движении по окружности радиус кривизны траектории равен радиусу окружности, а центр кривизны траектории совпадает с центром окружности.

Величина  $a_\tau$  называется **касательным ускорением** и равна модулю второй

производной от заданного закона изменения длины дуги:  $a_\tau = |\ddot{S}|$ , где  $S = S(t)$  – закон изменения длины дуги. Направление вектора касательного ускорения  $\vec{a}_\tau$  зависит от знака второй производной  $\ddot{S}$ . При  $\ddot{S} > 0$  вектор  $\vec{a}_\tau$  направлен в сторону возрастающих расстояний, по направлению единичного вектора  $\vec{\tau}$ , при  $\ddot{S} < 0$  – в сторону убывающих расстояний (противоположно единичному вектору  $\vec{\tau}$ ). Вектор полного ускорения  $\vec{a}$  направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах  $\vec{a}_n$  и  $\vec{a}_\tau$ . Модуль вектора ускорения  $a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$ .

## 2.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси

Движение тела, при котором все точки некоторой его прямой остаются неподвижными, называется **вращательным**, а указанная прямая называется осью вращения. Вращение тела задается углом поворота  $\varphi = \varphi(t)$  подвижной плоскости, связанной с телом, относительно некоторого ее начального положения. Направление вращения с возрастанием угла поворота считается положительным.

Величина **угловой скорости** вращения тела равна модулю производной от угла поворота тела по времени:  $\omega = |\dot{\varphi}|$ . Направление угловой скорости вращения тела зависит от знака производной  $\dot{\varphi}$ . При  $\dot{\varphi} > 0$  вращение происходит в положительном направлении, в сторону возрастания угла поворота, при  $\dot{\varphi} < 0$  – в отрицательном. Направление угловой скорости обычно показывают дуговой стрелкой вокруг оси вращения. Вектор угловой скорости  $\vec{\omega}$  направлен вдоль оси вращения в сторону, откуда вращение тела видно против хода часовой стрелки.

Величина **углового ускорения** при вращении тела равна модулю второй производной от угла поворота тела по времени:  $\varepsilon = |\ddot{\varphi}|$ . Если  $\ddot{\varphi}$  одного знака с  $\dot{\varphi}$ , то угловое ускорение ускоряет вращение тела, если разных знаков, то угловое ускорение замедляет вращение.

При вращательном движении тела все его точки движутся по окружностям, радиусы которых равны расстояниям от выбранной точки до неподвижной оси. **Скорость точки вращающегося твердого тела** (в отличие от угловой скорости тела) называют **линейной**, или **окружной скоростью** точки. Величина скорости рассчитывается по формуле:  $V = \omega h$ , где  $\omega$  – величина угловой скорости тела;  $h$  – расстояние от точки до оси вращения. Вектор скорости точки лежит в плоскости, описываемой точкой окружности, и направлен по касательной к ней в сторону вращения тела. Отношение скоростей двух точек вращающегося тела равно отношению расстояний от этих точек до оси:  $\frac{V_{M1}}{V_{M2}} = \frac{h_1}{h_2}$ .

**Ускорение точки вращающегося твердого тела** рассчитывается как ускорение точки при естественном способе задания движения в виде суммы векторов касательного и нормального ускорений:  $\vec{a}_M = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$ . Величины касательного, нормального и полного ускорений точки вращающегося тела, соответственно:  $a_\tau = \varepsilon h$ ,  $a_n = \omega^2 h$ ,  $a_M = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$ , где  $\omega$ ,  $\varepsilon$  – угловая скорость и угловое ускорение тела;  $h$  – расстояние от точки до оси вращения.

### 2.3. Плоскопараллельное движение твёрдого тела

**Плоскопараллельным, или плоским движением твердого тела**, называется такое движение, при котором все точки тела движутся параллельно некоторой неподвижной плоскости. Плоское движение представляется в виде суммы мгновенного поступательного движения, при котором все точки плоской фигуры движутся со скоростью выбранной точки-полюса, и мгновенного вращательного движения вокруг этого полюса.

**Скорость** любой точки  $M$  плоской фигуры равна векторной сумме вектора скорости точки-полюса и вектора скорости точки  $M$  при вращении тела вокруг этого полюса:  $\vec{V}_M = \vec{V}_A + \vec{V}_{MA}$ , где  $\vec{V}_M$  – скорость точки  $M$ ;  $\vec{V}_A$  – скорость

полюса  $A$ ;  $\vec{V}_{MA}$  – вектор скорости точки  $M$  при вращении тела вокруг полюса  $A$ , модуль скорости  $V_{MA} = \omega \cdot MA$ , где  $\omega$  – угловая скорость мгновенного вращательного движения тела вокруг полюса;  $MA$  – расстояние между полюсом  $A$  и точкой  $M$ .

**Мгновенным центром скоростей** называется такая точка  $P$  плоской фигуры, скорость которой в данный момент времени равна нулю. Выбрав в качестве полюса мгновенный центр скоростей, скорость любой точки плоской фигуры находят так, как если бы мгновенное движение фигуры было вращательным вокруг мгновенного центра скоростей.

### Способы построения мгновенного центра скоростей

1. Если известны направления скоростей  $\vec{V}_A$  и  $\vec{V}_B$  каких-нибудь двух точек  $A$  и  $B$  плоской фигуры, то мгновенный центр скоростей находится в точке пересечения перпендикуляров, восстановленных из этих точек к векторам скоростей (рис. 2.1, *a*).

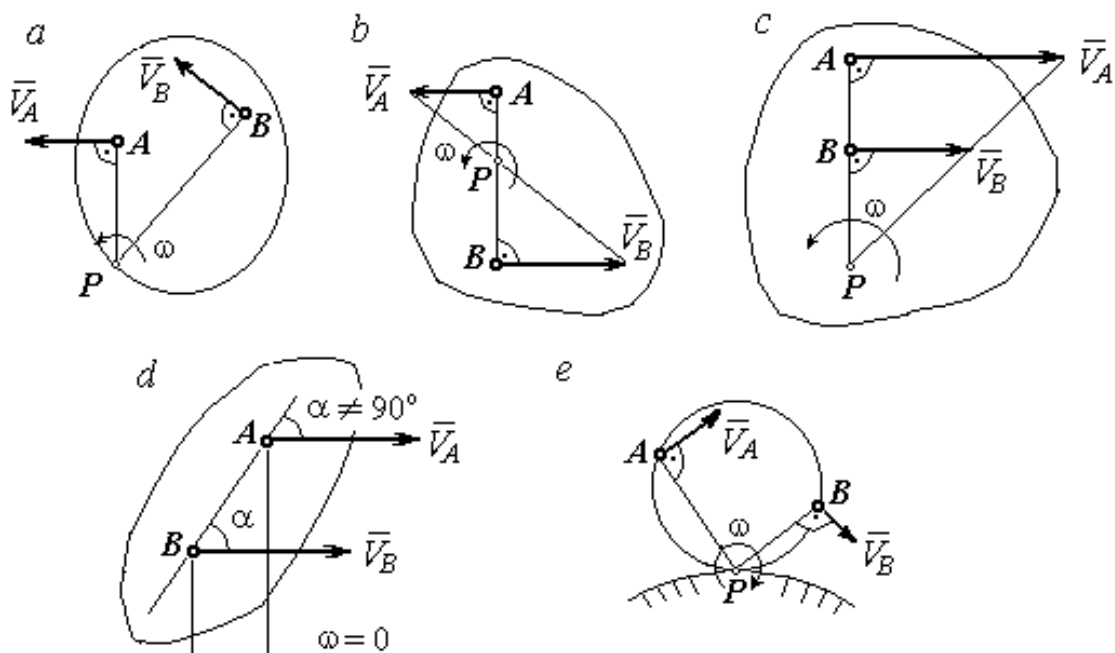


Рис. 2.1. Способы построения мгновенного центра скоростей

2. Если скорости  $\vec{V}_A$  и  $\vec{V}_B$  двух точек  $A$  и  $B$  плоской фигуры известны и параллельны друг другу, а линия  $AB$  перпендикулярна  $\vec{V}_A$  (и, конечно,  $\vec{V}_B$ ), то мгновенный центр скоростей определяется как точка пересечения линий, проведенных через основания и вершины векторов скоростей (построение показано на рис. 2.1,  $b, c$ ).

3. Если скорости  $\vec{V}_A$  и  $\vec{V}_B$  двух точек  $A$  и  $B$  параллельны друг другу, но линия  $AB$ , соединяющая эти точки, не перпендикулярна векторам скоростей (рис. 2.1,  $d$ ), то мгновенная угловая скорость тела равна нулю и движение тела в данный момент времени является мгновенным поступательным. В этом случае скорости всех точек равны по величине и направлению.

4. Если плоскопараллельное движение осуществляется путем качения без скольжения одного тела по неподвижной поверхности другого, то мгновенный центр скоростей расположен в точке касания катящегося тела с неподвижной поверхностью (рис. 2.1,  $e$ ).

**Ускорение любой точки  $M$  плоской фигуры** при плоскопараллельном движении твердого тела представляется как сумма векторов – ускорения полюса и ускорения точки  $M$  при вращении фигуры вокруг полюса. Учитывая, что ускорение точки вращающегося тела представляется как сумма нормального и касательного ускорений, получим:

$$\vec{a}_M = \vec{a}_A + \vec{a}_{MA}^\tau + \vec{a}_{MA}^n,$$

где  $\vec{a}_A$  – ускорение полюса  $A$ ;  $\vec{a}_{MA}^\tau$ ,  $\vec{a}_{MA}^n$  – касательная и нормальная составляющие ускорения точки  $M$  при вращении фигуры вокруг полюса  $A$ .

Вектор нормального ускорения  $\vec{a}_{MA}^n$  всегда направлен от точки  $M$  к полюсу  $A$ . Вектор касательного ускорения  $\vec{a}_{MA}^\tau$  направлен перпендикулярно отрезку  $AM$  в сторону вращения, если оно ускоренное (рис. 2.2,  $a$ ), и против вращения, если оно замедленное (рис. 2.2,  $b$ ). Численно величины касательного и нормального составляющих ускорения точки  $M$  определяются по формулам:

$$a_{MA}^{\tau} = \varepsilon \cdot AM, \quad a_{MA}^n = \omega^2 \cdot AM,$$

где  $\omega$ ,  $\varepsilon$  – угловая скорость и угловое ускорение тела (плоской фигуры);  $AM$  – расстояние от точки  $M$  до полюса  $A$  (см. рис. 2.2).

Если при движении плоской фигуры известны траектории движения полюса  $A$  и точки  $M$ , то для определения ускорения точки  $M$  используется векторное равенство

$$\vec{a}_M^{\tau} + \vec{a}_M^n = \vec{a}_A^{\tau} + \vec{a}_A^n + \vec{a}_{MA}^{\tau} + \vec{a}_{MA}^n,$$

где  $\vec{a}_M^{\tau}$ ,  $\vec{a}_M^n$ ,  $\vec{a}_A^{\tau}$ ,  $\vec{a}_A^n$  – касательная и нормальная составляющие ускорения точки  $M$  и полюса  $A$  при движении их по заданным траекториям.

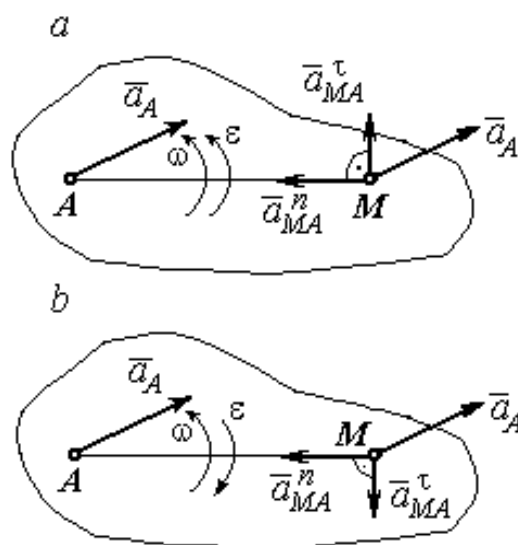


Рис. 2.2. Ускорение точки плоской фигуры:  
 а – ускоренное движение;  
 б – замедленное движение

#### 2.4. Задание 2. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях

По заданному движению одного из звеньев механизма  $x_1 = x_1(t)$  (варианты 1, 3, 5, 7, 9) или  $\varphi_1 = \varphi_1(t)$  (варианты 2, 4, 6, 8, 10) найти в момент времени  $t_1$  скорость, касательное, нормальное и полное ускорения точки  $M$  звена механизма, совершающего вращательное движение, а также скорость и ускорение звена 4, совершающего поступательное движение.

Варианты заданий даны на рис. 2.3, 2.4. Исходные данные представлены в табл. 2.1.

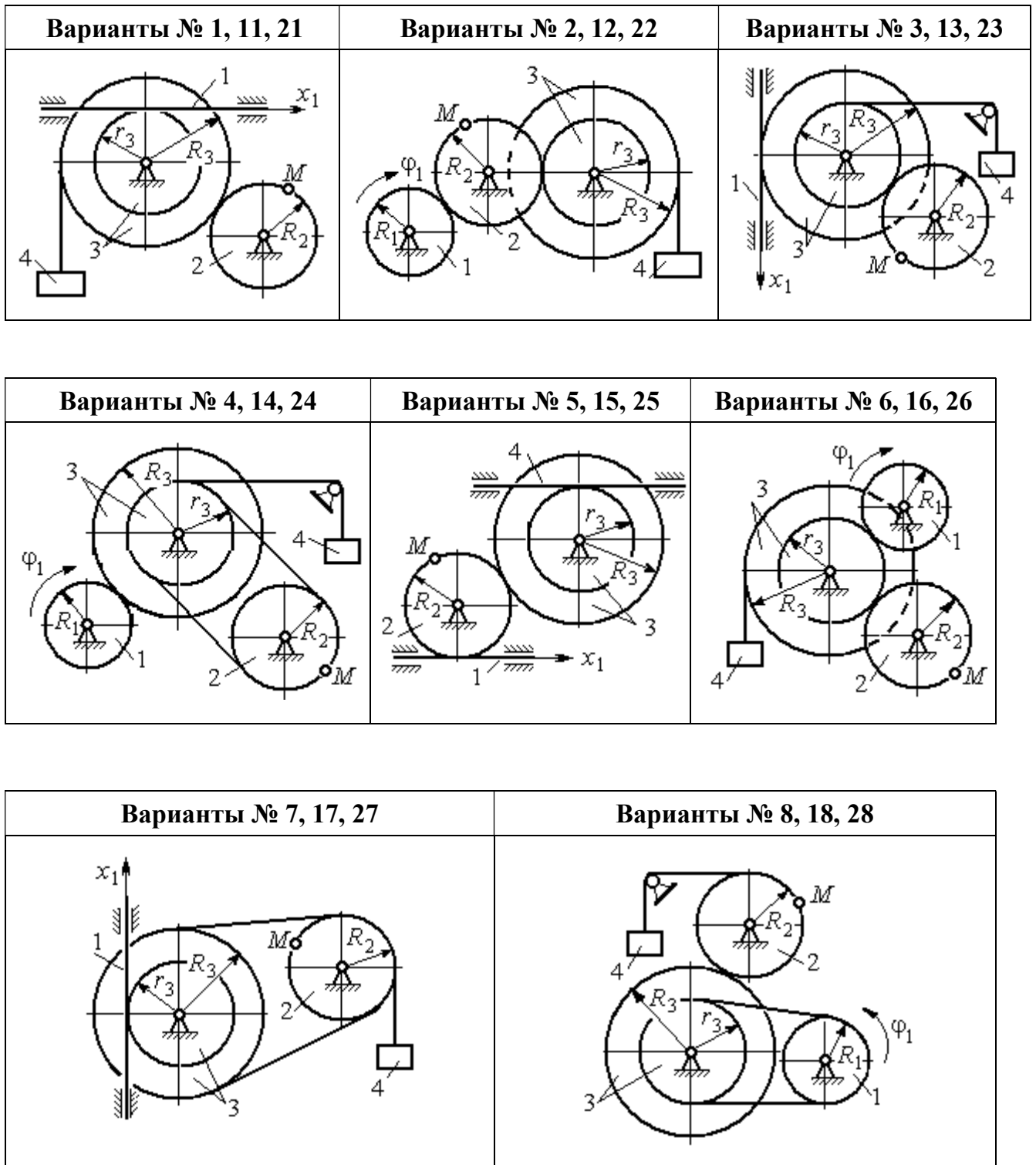


Рис. 2.3. Задание 2. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела.  
 Номера вариантов задания 1 – 8, 11 – 18, 21 – 28

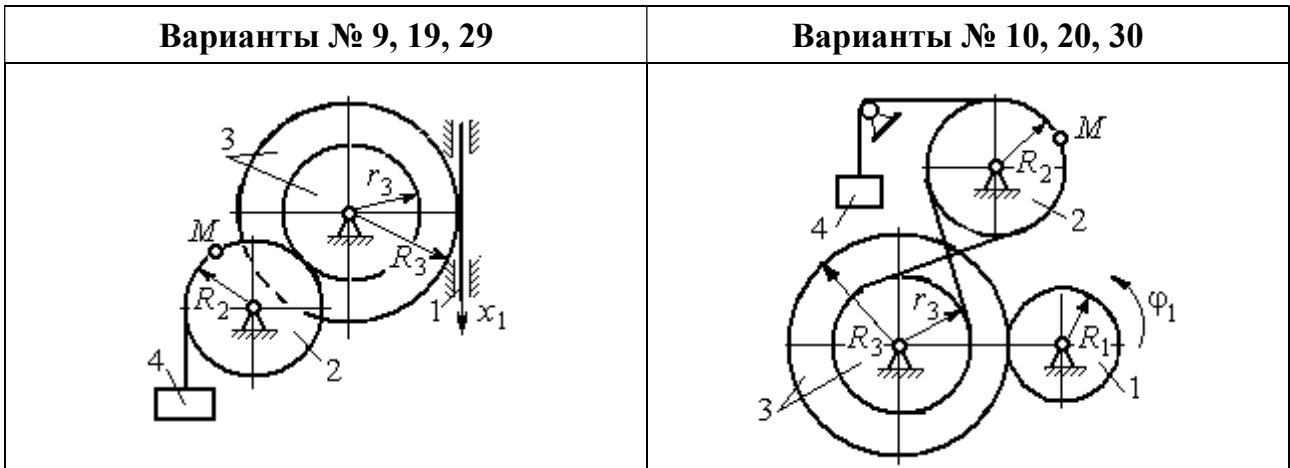


Рис. 2.4. Задание 2. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела.  
 Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Таблица 2.1

**Исходные данные вариантов задания 2. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела**

Номер варианта задания	$R_1, \text{ см}$	$R_2, \text{ см}$	$R_3, \text{ см}$	$r_3, \text{ см}$	$x_1(t), \text{ см}$ $\varphi_1(t), \text{ рад}$	$t_1, \text{ с}$
1	–	40	45	35	$x_1(t) = (3t - 1)^2$	2
2	10	20	38	18	$\varphi_1(t) = t^2 + 6\cos(\pi t/6)$	3
3	–	30	42	18	$x_1(t) = 5t^2 - 2\cos(\pi t/2)$	1
4	15	30	45	20	$\varphi_1(t) = 5t^2 + \cos(\pi t/2)$	2
5	–	30	40	20	$x_1(t) = 6t - \cos(\pi t/3)$	3
6	10	20	30	10	$\varphi_1(t) = t^3 - \cos(\pi t/2)$	1
7	–	30	40	30	$x_1(t) = 2\sin(\pi t/2) + \cos(\pi t/2)$	2
8	8	10	30	25	$\varphi_1(t) = 5t + \cos(\pi t/2)$	2
9	–	18	30	18	$x_1(t) = 5t + \cos(\pi t/3)$	3
10	15	30	50	20	$\varphi_1(t) = 2t^2 + \sin(\pi t/4)$	2
11	–	30	40	25	$x_1(t) = (t^2 - 3t)$	2
12	12	20	40	28	$\varphi_1(t) = 3t^2 + 6\sin(\pi t/6)$	3
13	–	25	60	42	$x_1(t) = 2t^2 + \cos(\pi t/2)$	1
14	10	30	45	30	$\varphi_1(t) = 3t^2 + 2\cos(\pi t/2)$	2



Номер варианта задания	$R_1$ , см	$R_2$ , см	$R_3$ , см	$r_3$ , см	$x_1(t)$ , см $\varphi_1(t)$ , рад	$t_1$ , с
15	–	20	30	20	$x_1(t) = 3t^2 - \cos(\pi t/3)$	3
16	12	18	40	20	$\varphi_1(t) = 2t^3 + \cos(\pi t/2)$	1
17	–	20	35	15	$x_1(t) = 2 \sin(\pi t/2) - \cos(\pi t/2)$	2
18	15	18	40	25	$\varphi_1(t) = 5t + \cos(\pi t/2)$	1
19	–	22	50	18	$x_1(t) = t^2 + \cos(\pi t/3)$	3
20	10	20	45	10	$\varphi_1(t) = 2t^2 + \sin(\pi t/4)$	4
21	–	20	40	20	$x_1(t) = t + (3t - 4)^2$	2
22	8	18	42	18	$\varphi_1(t) = 2t^2 + 12 \cos(\pi t/6)$	3
23	–	45	60	40	$x_1(t) = 4t^2 + \sin(\pi t/2)$	1
24	5	15	30	20	$\varphi_1(t) = 2t^2 + 4 \cos(\pi t/2)$	2
25	–	15	35	25	$x_1(t) = 2t^2 + \cos(\pi t/3)$	3
26	18	20	35	20	$\varphi_1(t) = 2t^3 + \sin(\pi t/2)$	1
27	–	15	35	15	$x_1(t) = 2 \sin(\pi t/2) - \cos(\pi t/2)$	1
28	10	12	40	25	$\varphi_1(t) = 2t^2 + \cos(\pi t/2)$	1
29	–	35	50	10	$x_1(t) = t^3 - \cos(\pi t/2)$	1
30	10	20	40	10	$\varphi_1(t) = 2t^2 + \cos(\pi t/4)$	4

### Пример выполнения задания 2. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела

По заданному уравнению движения звена 1 механизма (рис. 2.5, а) определить скорость, нормальное, касательное и полное ускорения точки  $M$  на момент времени  $t_1$ , а также скорость и ускорение звена 4, если значения радиусов колес механизма и закон движения звена 1:  $R_2 = 20$  см,  $r_2 = 5$  см,  $R_3 = 8$  см,  $r_3 = 4$  см,  $x_1 = 2t^2 - 5t$  см,  $t_1 = 1$  с.

## Решение

Отметим на схеме положительные направления отсчета углов поворота дисков 2 и 3, соответствующие заданному положительному направлению движения звена 1.

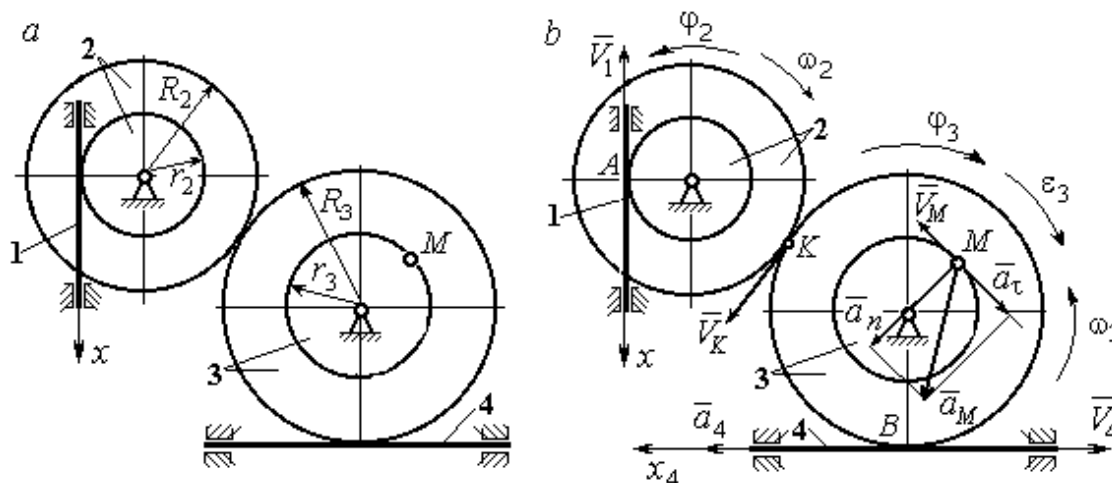


Рис. 2.5. Кинематика вращательного движения твердого тела:  
*a* – схема механизма; *b* – расчетная схема для определения скоростей и ускорений точек механизма

Направления показаны на рис. 2.5, *b* дуговыми стрелками  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$ , а положительное направление движения звена 4 – направлением оси  $x_4$ .

Звено 1 движется поступательно. Движение задано координатным способом в виде закона изменения координаты  $x$ . Дифференцируем по времени уравнение движения:  $\dot{x} = 4t - 5$  см/с. В момент времени  $t_1 = 1$  с значение производной:  $\dot{x}(1) = -1$  см/с. Отрицательное значение производной  $\dot{x}$  показывает, что в данный момент времени звено 1 движется в отрицательном направлении оси  $x$ . Скорость звена 1 равна модулю производной:  $V_1 = |\dot{x}|$ . На рис. 2.5, *b* направление движения звена 1 в момент времени  $t_1 = 1$  с показано вектором скорости  $\vec{V}_1$ , направленным в сторону, противоположную положительному направлению оси  $x$ . Эту же скорость будет иметь точка  $A$  – точка контакта звена 1 с диском 2, лежащая на расстоянии  $r_2$  от оси вращения диска. Следовательно,  $V_1 = V_A = \omega_2 r_2$ , где  $\omega_2$  – угловая скорость диска 2. Отсюда угловая скорость

диска:  $\omega_2 = \frac{V_A}{r_2} = \frac{|4t - 5|}{5} = |\dot{\phi}_2|$  рад/с. При  $t_1 = 1$  с значение производной отрицательно:  $\dot{\phi}_2(1) = -0,2$  рад/с. Это означает, что в заданный момент времени вращение диска 2 с угловой скоростью  $\omega_2(1) = |\dot{\phi}_2(1)| = 0,2$  рад/с происходит в отрицательном для диска 2 направлении. На рис. 2.5, *b* направление вращения диска 2 показано дуговой стрелкой  $\omega_2$  в сторону, противоположную положительному направлению отсчета угла  $\phi_2$ . При передаче вращения диска 2 диску 3 величины угловых скоростей дисков обратно пропорциональны радиусам дисков, которым принадлежит точка контакта:  $\frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{R_3}{R_2}$ . Тогда угловая

скорость диска 3  $\omega_3 = \omega_2 \frac{R_2}{R_3} = |2t - 2,5| = |\dot{\phi}_3|$  рад/с.

В момент времени  $t_1 = 1$  с значение производной  $\dot{\phi}_3$  отрицательно:

$\dot{\phi}_3(1) = -0,5$  рад/с, и, следовательно, вращение диска 3 в данный момент времени с угловой скоростью  $\omega_3(1) = |\dot{\phi}_3(1)| = 0,5$  рад/с происходит в сторону, противоположную положительному направлению отсчета угла  $\phi_3$ , как показано на рис. 2.5, *b*. Величина (модуль) скорости точки  $M$  рассчитывается по формуле:  $V_M = \omega_3 r_3$ . В момент времени  $t_1 = 1$  с модуль скорости  $V_M(1) = 2$  см/с. Вектор скорости  $\vec{V}_M$  расположен по касательной к траектории движения точки  $M$  (окружности) и направлен в сторону вращения диска 3 (см. рис. 2.5, *b*).

Звено 4 движется поступательно. Скорость звена 4 равна скорости точки касания его с диском 3:  $V_4 = V_B = \omega_3 R_3 = |2t - 2,5| \cdot 8 = |\dot{x}_4|$ . В момент времени  $t_1 = 1$  с значение производной от координаты движения звена 4 отрицательно:  $\dot{x}_4(1) = -4$  см/с. В результате, вектор скорости  $\vec{V}_4(1)$ , равный по модулю  $V_4(1) = 4$  см/с, направлен вдоль оси  $x_4$  в сторону, противоположную ее положительному направлению (см. рис. 2.5, *b*).

Угловое ускорение диска 3:  $\varepsilon_3(t) = |\dot{\omega}_3| = |\ddot{\phi}_3| = 2 \text{ рад/с}^2$ . Из того, что угловая скорость  $\omega_3$  и угловое ускорение  $\dot{\omega}_3$  диска 3 имеют разные знаки, следует, что вращение диска 3 замедленное. Угловое ускорение диска направлено в сторону положительного направления отсчета угла поворота  $\phi_3$ , диска 3 (см. рис. 2.5, b).

Касательное ускорение  $a_\tau$  точки  $M$  рассчитывается по формуле  $a_\tau = \varepsilon_3 r_3$  и в момент времени  $t_1 = 1 \text{ с}$ :  $a_\tau = 8 \text{ см/с}^2$ . Так как вращение диска 3 замедленное, вектор касательного ускорения точки  $M$   $\vec{a}_\tau(t)$  направлен в сторону, противоположную вектору скорости  $\vec{V}_M(1)$  (см. рис. 2.5, b). Нормальное ускорение  $a_n$  точки  $M$  рассчитывается как  $a_n = \omega_3^2 r_3$ . В момент времени  $t_1 = 1 \text{ с}$  величина нормального ускорения:  $a_n(1) = 1 \text{ см/с}^2$ . Вектор нормального ускорения  $\vec{a}_n(1)$  направлен по радиусу к центру диска 3 (см. рис. 2.5, b). Полное ускорение точки  $M$  в заданный момент времени:  $a_M(1) = \sqrt{a_\tau^2(1) + a_n^2(1)} = 8,06 \text{ см/с}^2$ . Вектор полного ускорения  $\vec{a}_M$  направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах  $\vec{a}_n$  и  $\vec{a}_\tau$ .

Ускорение  $a_4$  звена 4 находится из условия, что звено 4 движется поступательно и прямолинейно. При прямолинейном движении нормальная составляющая ускорения равна нулю. Тогда  $a_4 = a_{4\tau} = \dot{V}_4 = \dot{V}_B = |\dot{\omega}_3| R_3 = \varepsilon_3 R_3$ .

Так как угловое ускорение диска 3 является постоянной величиной, ускорение  $a_4$  не зависит от времени:  $a_4 = 16 \text{ см/с}^2$ . Вектор ускорения  $\vec{a}_4$  направлен вдоль оси  $x_4$  в сторону положительных значений.

### 2.5. Задание 3. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Для заданного положения плоского механизма определить скорости точек и угловые скорости звеньев механизма.

Варианты заданий показаны на рис. 2.6 – 2.8. Исходные данные вариантов заданий выбираются из таблиц, приведённых на рисунках схем механизмов.

Варианты № 1, 11, 21							Варианты № 2, 12, 22						
<p>Найти: <math>V_A, V_B, V_C, \omega_{AB}, \omega_{BC}, \omega_1, \omega_{BD}</math></p>							<p>Найти: <math>V_A, V_B, V_K, \omega_1, \omega_{AB}, \omega_{OA}, \omega_{BE}, \omega_{BK}</math></p>						
Номер варианта задания	$R_1$ , см	$r_1$ , см	$AD$ , см	$\alpha$ , град	$V_2$ , см/с	$V_3$ , см/с	Номер варианта задания	$R_1$ , см	$OA$ , см	$OE$ , см	$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$V_C$ , см/с
1	10	5	20	30	8	10	2	3	5	4	30	60	10
11	12	8	25	45	10	4	12	4	8	6	45	90	8
21	10	6	15	60	5	5	22	5	12	2	60	120	12

Варианты № 3, 13, 23							Варианты № 4, 14, 24						
<p>Найти: <math>V_A, V_B, V_C, V_D, V_E, \omega_{BC}, \omega_1, \omega_{DE}</math></p>							<p>Найти: <math>V_A, V_C, V_E, \omega_1, \omega_2, \omega_{AC}</math></p>						
Номер варианта задания	$R_1$ , см	$OC$ , см	$AB$ , см	$BC$ , см	$\alpha$ , град	$\omega_{OC}$ , рад/с	Номер варианта задания	$R_1$ , см	$R_2$ , см	$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$V_3$ , см/с	$V_4$ , см/с
3	12	18	10	35	60	4	4	10	15	30	60	8	4
13	10	15	10	25	90	8	14	6	10	45	90	4	6
23	15	20	5	20	120	6	24	10	12	60	120	3	3

Рис. 2.6. Задание 3. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

Варианты № 5, 15, 25							Варианты № 6, 16, 26						
<p>Найти: <math>V_A, V_B, V_C, V_D, V_E, \omega_2, \omega_3, \omega_{EC}</math></p>							<p>Найти: <math>V_A, V_B, V_K, V_E, \omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AD}, \omega_{KE}</math></p>						
Номер варианта задания	$R_1$ , см	$R_2$ , см	$R_3$ , см	$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$\omega_{OB}$ , рад/с	Номер варианта задания	$R_1$ , см	$OA$ , см	$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$\varphi$ , град	$V_D$ , см/с
5	10	20	12	60	0	6	6	10	20	30	60	60	12
15	6	18	10	90	90	8	16	12	26	30	30	90	8
25	20	25	15	120	180	4	26	15	30	60	60	120	15

Варианты № 7, 17, 27							Варианты № 8, 18, 29						
<p>Найти: <math>V_A, V_B, V_C, \omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AC}</math></p>							<p>Найти: <math>V_A, V_B, V_D, \omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AD}</math></p>						
Номер варианта задания	$R_1$ , см	$AB$ , см	$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$\varphi$ , град	$V_D$ , см/с	Номер варианта задания	$R_1$ , см	$OA$ , см	$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$V_2$ , см/с	$V_3$ , см/с
7	10	20	30	60	60	12	8	10	20	30	60	12	4
17	12	25	60	120	90	16	18	12	26	30	30	8	2
27	8	16	30	60	120	10	28	15	30	60	60	6	3

Рис. 2.7. Задание 3. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 5 – 8, 15 – 18, 25 – 28

Варианты № 9, 19, 29							Варианты № 10, 20, 30						
<p>Найти: <math>\omega_{OK}, \omega_{KD}, \omega_{BC}, \omega_1,</math> <math>V_A, V_B, V_K, V_D</math></p>							<p>Найти: <math>V_A, V_B, V_D, V_K, \omega_{CB}, \omega_1,</math> <math>\omega_{OB}, \omega_{AB}, \omega_{KD}</math></p>						
Номер варианта задания	$R_1,$ см	$r_1,$ см	$\alpha,$ град	$\beta,$ град	$BC,$ см	$V_C,$ см/с	Номер варианта задания	$R_1,$ см	$CB,$ см	$OB,$ см	$KD,$ см	$\alpha,$ град	$V_C,$ см/с
9	20	12	45	60	60	8	10	10	20	30	60	30	4
19	24	16	60	90	50	4	20	12	26	30	50	45	2
29	16	10	30	120	40	6	30	15	30	60	60	60	3

Рис. 2.8. Задание 3. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

### Пример выполнения задания 3. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

**Задача 1.** Плоский механизм (рис. 2.9) состоит из стержня  $OC$  и подвижных дисков 2 и 3 радиусами  $r_2, r_3$ , шарнирно закрепленными на стержне,

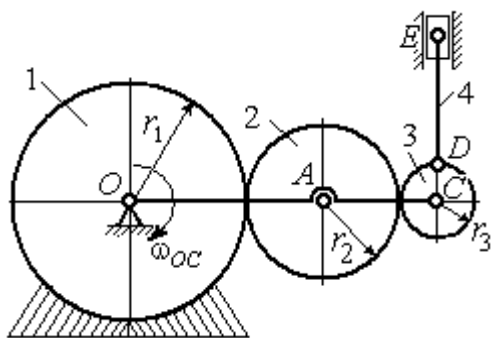


Рис. 2.9. Схема плоского механизма

соответственно, в точках  $A$  и  $C$ . Стержень  $OC$  вращается вокруг неподвижного центра  $O$  с угловой скоростью  $\omega_{OC}$ . Диск 2, увлекаемый стержнем  $OC$ , катится без проскальзывания по неподвижной поверхности диска 1 радиусом  $r_1$ . Диск 3, также увлекаемый стержнем  $OC$ , катится без проскальзывания по подвижному диску 2. В точке  $D$ , расположенной на краю диска 3, шарнирно прикреплен

диску 2. В точке  $D$ , расположенной на краю диска 3, шарнирно прикреплен

стержень 4, к которому в точке  $E$  шарнирно прикреплен поршень  $E$ , способный совершать только вертикальное перемещение. Для заданного положения механизма (см. рис. 2.9), когда стержень  $OC$  горизонтален, стержень  $DE$  направлен по линии вертикального диаметра диска 3, найти скорости точек  $A$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$ , угловые скорости дисков 2, 3 и стержня 4, если:  $r_1 = 6$  см,  $r_2 = 4$  см,  $r_3 = 2$  см,  $DE = 10$  см,  $\omega_{OC} = 1$  рад/с.

### Решение

Определим скорость точки  $A$ , общей для стержня  $OC$  и диска 2:  $V_A = \omega_{OC}(r_1 + r_2) = 10$  см/с. Вектор скорости  $\vec{V}_A$  перпендикулярен стержню  $OC$  и направлен в сторону его вращения (см. рис. 2.10).

Диск 2 катится по неподвижной поверхности диска 1. Точка касания диска 2 с неподвижным диском 1 является мгновенным центром скоростей диска 2. На рис. 2.10 центр скоростей диска 2 обозначен точкой  $P_2$ . В этом случае скорость точки  $A$  может быть определена через угловую скорость диска  $\omega_2$  следующим образом:

$V_A = \omega_2 \cdot AP_2 = 4\omega_2$ . Так как  $V_A = 10$  см/с, получим  $\omega_2 = 2,5$  рад/с.

Для того чтобы найти угловую скорость диска 3, необходимо определить положение его мгновенного центра скоростей. С этой целью вычислим скорости точек  $B$  и  $C$ . Скорость точки  $B$  может быть найдена через угловую скорость диска 2:  $V_B = \omega_2 \cdot BP_2 = 20$  см/с. Вектор скорости  $\vec{V}_B$  перпендикулярен отрезку  $BP_2$  и направлен в сторону мгновенного вращения диска 2 вокруг своего центра скоростей  $P_2$ .

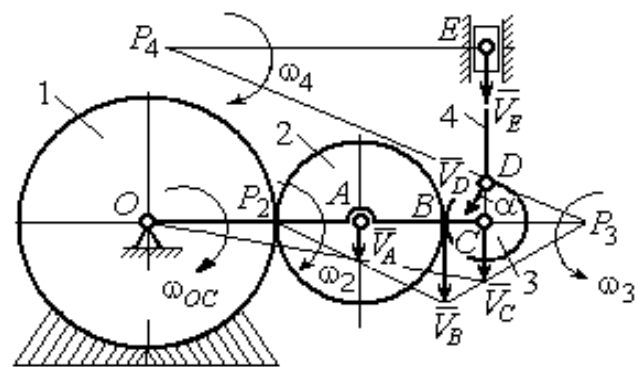


Рис. 2.10. Расчетная схема для определения скоростей точек механизма и угловых скоростей его звеньев



Скорость точки  $C$  определяется через угловую скорость стержня  $OC$ :  
 $V_C = \omega_{OC}(r_1 + 2r_2 + r_3) = 16$  см/с. Вектор скорости  $\vec{V}_C$  перпендикулярен стержню  $OC$  и направлен в сторону его вращения (рис. 2.10).

Построение мгновенного центра скоростей  $P_3$  диска 3 по известным скоростям  $\vec{V}_B$  и  $\vec{V}_C$  показано на рис. 2.10. Его положение определяется из условия, что отношение скоростей двух точек тела, совершающего плоскопараллельное движение, равно отношению расстояний от этих точек до

мгновенного центра скоростей:  $\frac{V_B}{V_C} = \frac{r_3 + CP_3}{CP_3}$ . Разрешая пропорцию

относительно неизвестной величины  $CP_3$ , получим:  $CP_3 = 8$  см. Скорость точки  $C$  выражается через угловую скорость диска 3:  $V_C = \omega_3 \cdot CP_3$ . Отсюда величина

угловой скорости диска 3:  $\omega_3 = \frac{V_C}{CP_3} = 2$  рад/с. Направление мгновенного

вращения диска 3 вокруг своего центра скоростей определяется известными направлениями скоростей точек  $C$  и  $B$ , принадлежащих диску 3 (см. рис. 2.10).

Скорость точки  $D$   $V_D = \omega_3 \cdot DP_3 = 2 \cdot \sqrt{2^2 + 8^2} = 16,5$  см/с. Вектор скорости  $\vec{V}_D$  перпендикулярен отрезку  $DP_3$  и направлен в сторону мгновенного вращения диска 3 вокруг центра  $P_3$ .

Для определения скорости поршня  $E$  воспользуемся теоремой о проекциях скоростей точек плоской фигуры, согласно которой проекции скоростей двух точек плоской фигуры на ось, проходящую через эти точки, равны между собой.

Проведем ось через точки  $D$  и  $E$ . По построению угол  $\alpha$  между вектором  $\vec{V}_D$  и

осью  $DE$  равен углу  $\angle DP_3C$  (см. рис. 2.10). Тогда  $\cos \alpha = \frac{CP_3}{DP_3} = \frac{8}{\sqrt{2^2 + 8^2}} = 0,97$ ,

откуда  $\alpha = 14^\circ$ . На основании теоремы о проекциях скоростей точек плоской фигуры имеем равенство:  $V_D \cos \alpha = V_E \cos 0$ , откуда скорость точки  $E$ :  $V_E = 16$  см/с.

Мгновенный центр скоростей стержня 4 – точка  $P_4$  – определяется как точка пересечения перпендикуляров к векторам скоростей  $\vec{V}_D$  и  $\vec{V}_E$ , восстановленных, соответственно, из точек  $D$  и  $E$  (см. рис. 2.10). Угловая скорость стержня 4, совершающего мгновенный поворот вокруг своего центра скоростей, равна:  $\omega_4 = \frac{V_E}{EP_4}$ , где  $EP_4$  – расстояние от точки  $E$  до мгновенного центра скоростей звена 4,  $EP_4 = DE \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 40$  см. В результате  $\omega_4 = 0,4$  рад/с. Направление мгновенного вращения звена 4 вокруг своего центра скоростей определяется направлением скорости точки  $D$ .

**Задача 2.** В плоском стержневом механизме (рис. 2.11) кривошипы  $OA$  и  $ED$  вращаются вокруг неподвижных центров  $O$  и  $E$ . В крайней точке  $D$  кривошипа  $ED$  к нему прикреплен шатун  $DB$ , второй конец которого в точке  $B$  прикреплен к кривошипу  $OA$ . Шатун  $AC$  прикреплен в точке  $A$  к кривошипу  $AO$ , а другим своим концом – к ползуну  $C$ , способному совершать только вертикальное движение. Все соединения шарнирные. В заданном положении механизма кривошип  $OA$  вертикален, шатун  $DB$  расположен горизонтально, кривошип  $ED$  наклонен под углом  $60^\circ$  к горизонтали, а шатун  $AC$  отклонен на угол  $30^\circ$  от вертикального положения кривошипа  $AO$ . Найти скорости всех отмеченных на схеме точек и угловые скорости всех звеньев, если линейные размеры звеньев механизма  $AC = 6$  см,  $AB = 2$  см,  $BO = 8$  см,  $DB = 10$  см и скорость ползуна в данный момент  $V_C = 4$  см/с.

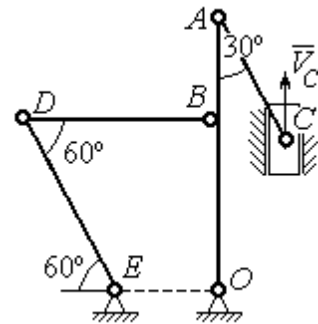


Рис. 2.11. Стержневой механизм

Решение

Кривошипы  $OA$  и  $ED$  совершают вращательные движения вокруг неподвижных центров. Скорости  $\vec{V}_A$  и  $\vec{V}_B$  точек  $A$  и  $B$  перпендикулярны

кривошипу  $OA$ , а скорость  $\vec{V}_D$  точки  $D$  перпендикулярна кривошипу  $ED$ . Направления векторов скоростей точек показаны на рис. 2.12.

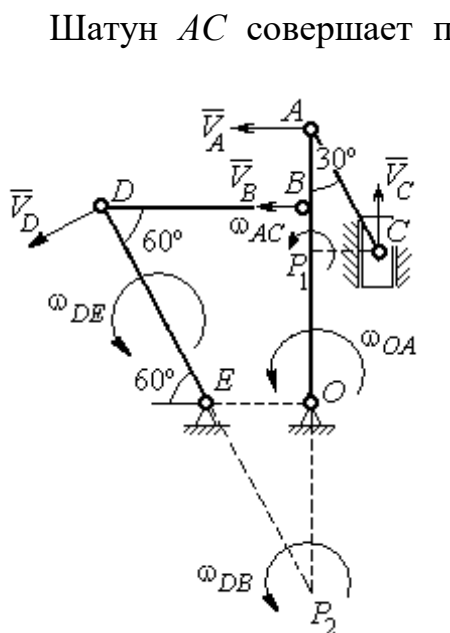


Рис. 2.12. Расчётная схема определения скоростей точек механизма и угловых скоростей его звеньев

Шатун  $AC$  совершает плоскопараллельное движение. Его мгновенный центр скоростей  $P_1$  находится как точка пересечения перпендикуляров к скоростям  $\vec{V}_A$  и  $\vec{V}_C$ . Угловая скорость звена  $AC$

$$\omega_{AC} = \frac{V_C}{P_1C} = \frac{V_C}{AC \cdot \sin 30^\circ} = \frac{4}{3} \text{ рад/с.}$$

Далее, полагая, что точка  $A$  принадлежит шатуну  $AC$ , найдем её скорость:

$$V_A = \omega_{AC} \cdot P_1A = \frac{4}{3} AC \cdot \cos 30^\circ = 4\sqrt{3} \text{ см/с.}$$

Теперь, исходя из того, что точка  $A$  принадлежит как шатуну  $AC$ , так и кривошипу  $OA$ , найдём его угловую скорость:

$$\omega_{AO} = \frac{V_A}{AO} = 0,4\sqrt{3} \text{ рад/с.}$$

Скорость точки  $B$  кривошипа  $V_B = \omega_{AO} \cdot OB = 3,2\sqrt{3}$  см/с.

Шатун  $DB$  совершает плоскопараллельное движение. Зная направления скоростей точек  $B$  и  $D$ , построим мгновенный центр скоростей  $P_2$  звена  $DB$  как точку пересечения перпендикуляров к скоростям  $\vec{V}_B$  и  $\vec{V}_D$  (см. рис. 2.12). Тогда

$$\text{угловая скорость шатуна } DB: \omega_{DB} = \frac{V_B}{P_2B} = \frac{3,2\sqrt{3}}{DB \cdot \operatorname{tg} 60^\circ} = 0,32 \text{ рад/с.}$$

$$\text{Скорость точки } D: V_D = \omega_{DB} \cdot P_2D = 0,32 \frac{DB}{\sin 30^\circ} = 6,4 \text{ см/с.}$$

Угловая скорость кривошипа

$$DE: \omega_{DE} = \frac{V_D}{DE} = \frac{6,4}{(OB / \sin 60^\circ)} = 0,69 \text{ рад/с.}$$

### 3. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

#### 3.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы

**Поступательное движение твёрдого тела** описывается теоремой о движении центра масс механической системы. В проекциях на координатные оси дифференциальные уравнения поступательного движения твёрдого тела имеют вид:  $m\ddot{x}_C = \sum F_{kx}^e$ ,  $m\ddot{y}_C = \sum F_{ky}^e$ ,  $m\ddot{z}_C = \sum F_{kz}^e$ , где  $m$  – масса тела;  $x_C, y_C, z_C$  – координаты центра масс тела;  $F_{kx}^e, F_{ky}^e, F_{kz}^e$  – проекции на оси координат внешних сил, действующих на твёрдое тело.

**Вращательное движение твёрдого тела** относительно неподвижной оси  $z$  описывается теоремой об изменении кинетического момента.

Дифференциальное уравнение вращательного движения тела имеет вид:

$$J_z \frac{d\omega}{dt} = \sum M_z(\vec{F}_k^e) \quad \text{или} \quad J_z \ddot{\varphi} = \sum M_z(\vec{F}_k^e),$$

где  $\omega$  – угловая скорость тела;  $\omega = \dot{\varphi}$ ;  $\varphi$  – угол поворота тела;  $\sum M_z(\vec{F}_k^e)$  – моменты внешних сил относительно оси  $z$ ;  $J_z$  – момент инерции тела относительно оси  $z$ .

Уравнение вращательного движения можно представить в алгебраической форме:  $J_z \varepsilon = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$ , где  $\varepsilon$  – угловое ускорение тела;  $\varepsilon = \dot{\omega}$ .

**Плоскопараллельное движение твёрдого тела** описывается на основании теорем о движении центра масс и изменении кинетического момента относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения. В проекции на координатные оси уравнения плоскопараллельного движения тела имеют вид:

$$ma_{Cx} = \sum F_{kx}^e, \quad ma_{Cy} = \sum F_{ky}^e, \quad J_{zC} \varepsilon = \sum M_{zC}(\vec{F}_k^e),$$

где  $a_{Cx}, a_{Cy}$  – проекции ускорения центра масс тела на координатные оси;  $F_{kx}^e$ ,

$F_{ky}^e$  – проекции на оси координат внешних сил, действующих на тело;  $J_{zC}$  – момент инерции тела относительно оси  $z$ , проходящей через центр масс, перпендикулярно плоскости движения;  $\varepsilon$  – угловое ускорение тела;  $M_{zC}(\vec{F}_k^e)$  – моменты внешних сил относительно оси, проходящей через центр масс.

Проводя динамический расчет механической системы, следует рассматривать движение тел системы в отдельности, предварительно освободив их от связей и заменив действие связей реакциями. Далее на основании общих теорем динамики системы следует составить уравнения движения каждого тела.

### 3.2. Задание 4. Динамический расчет механической системы

Механизм состоит из трёх тел – груза 1, катка 2 и блока 3, соединенных нерастяжимыми нитями или невесомыми стержнями.

Движение механизма происходит в вертикальной плоскости под действием сил тяжести  $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$ , силы  $\vec{F}$  и пары сил с моментом  $M$ . Направление действия силы  $\vec{F}$  определяется углом  $\alpha$ . Качение катка 2 происходит без скольжения. Проскальзывание между дисками и соединяющими их невесомыми стержнями или нитями отсутствует.

Радиусы ступеней катка 2 и блока 3 на схемах обозначены  $R_2, r_2$  и  $R_3, r_3$ .

Сплошные диски считать однородными. Радиусы инерции неоднородных (ступенчатых) дисков относительно осей, проходящих через центры масс перпендикулярно плоскости движения, равны  $i_{z2}, i_{z3}$ .

Найти ускорение груза 1 и динамические реакции, действующие на ось блока 3.

Варианты заданий представлены на рис. 3.1, 3.2. Исходные данные приведены в табл. 3.1.

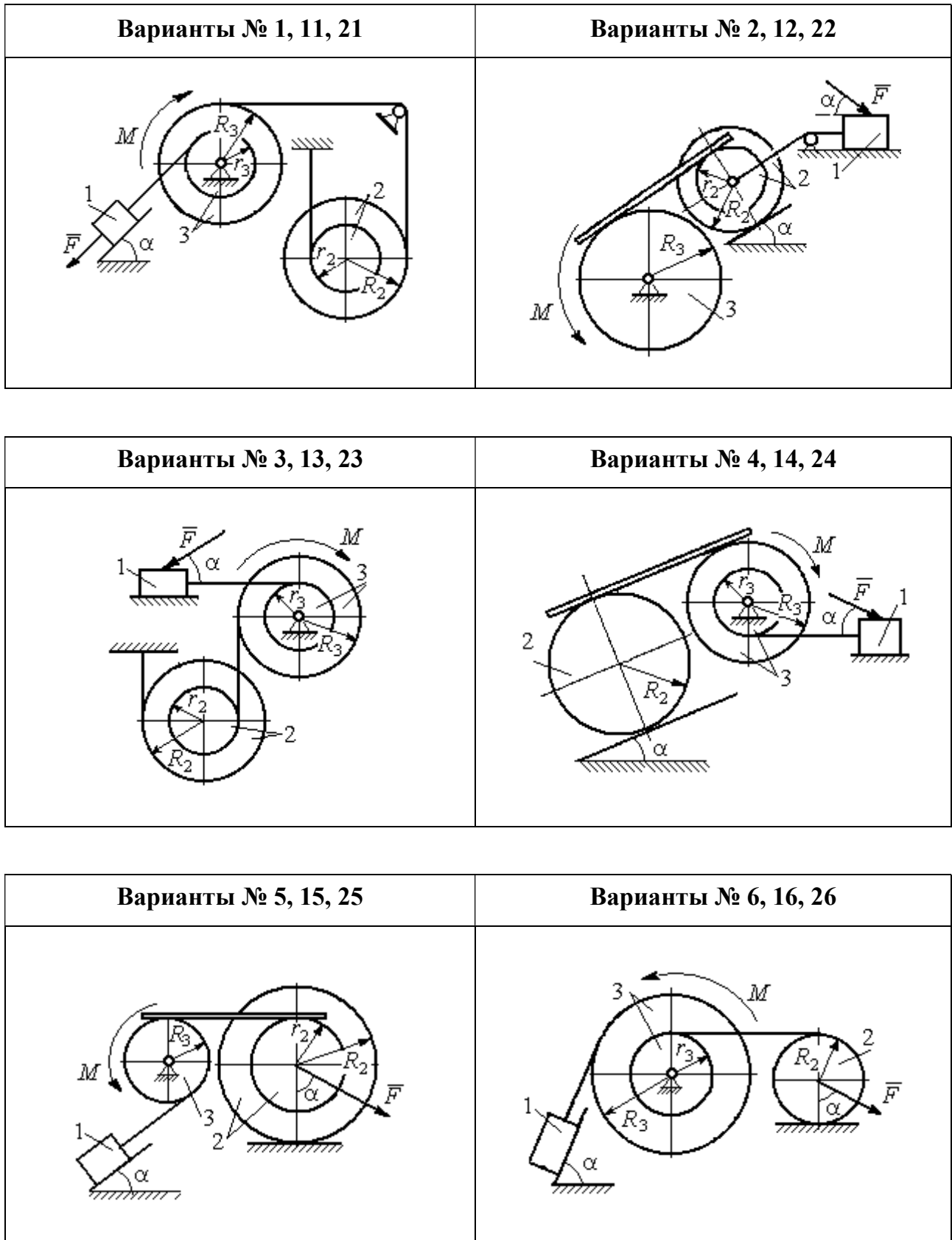


Рис. 3.1. Задание 4. Динамический расчёт механической системы.  
 Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

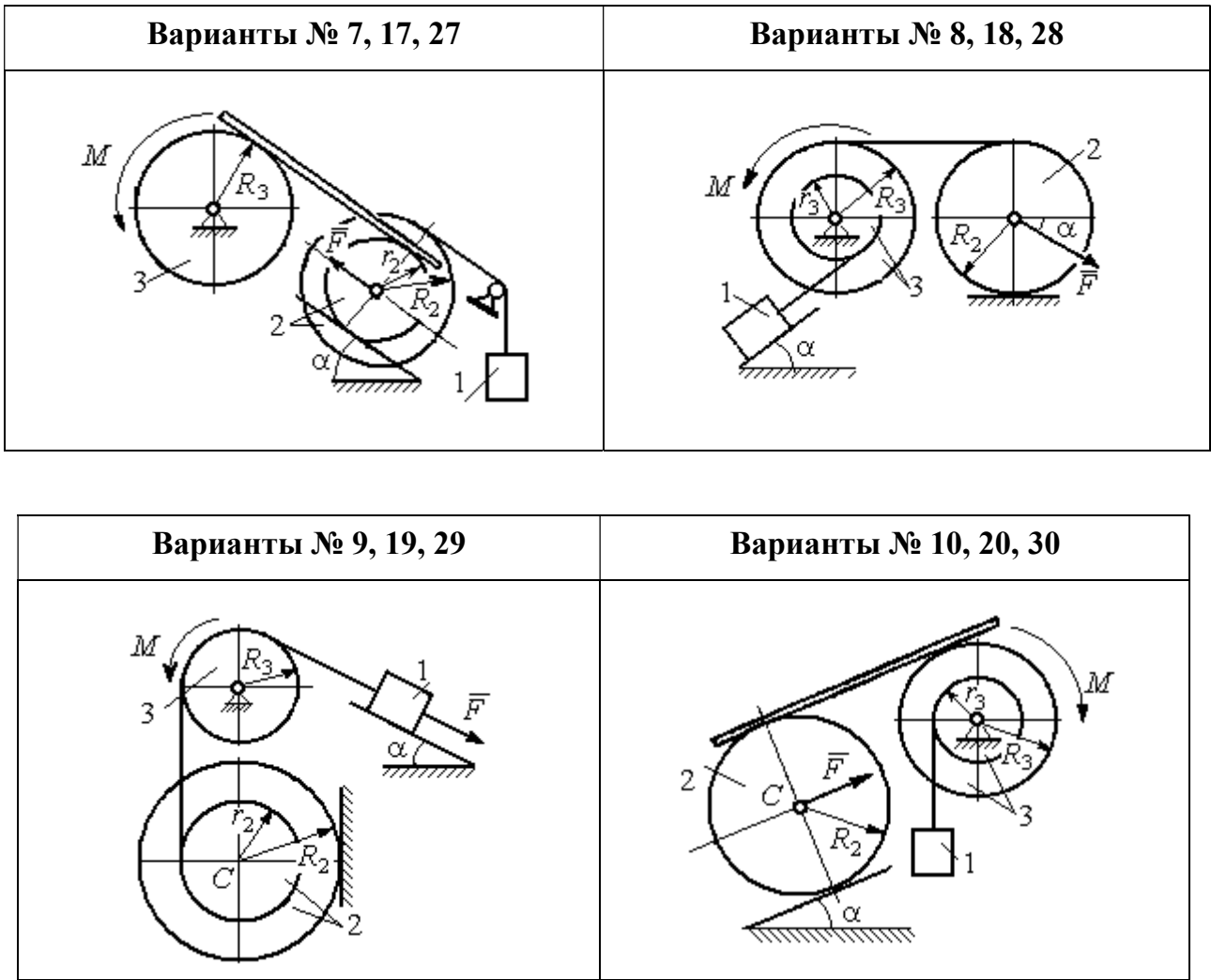


Рис. 3.2. Задание 4. Динамический расчёт механической системы.  
 Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 3.1

**Исходные данные задания 4. Динамический расчёт механической системы**

Номер варианта задания	$P_1, \text{Н}$	$P_2, \text{Н}$	$P_3, \text{Н}$	$F, \text{Н}$	$M, \text{Н}\cdot\text{м}$	$\alpha, \text{град}$	$R_2, \text{м}$	$r_2, \text{м}$	$R_3, \text{м}$	$r_3, \text{м}$	$i_{z2}, \text{м}$	$i_{z3}, \text{м}$
<b>1</b>	$P$	$P$	$2P$	$P$	$2Pr$	60	$3r$	$r$	$2r$	$r$	$2r$	$r\sqrt{2}$
<b>2</b>	$3P$	$P$	$3P$	$3P$	$Pr$	30	$2r$	$r$	$2r$	–	$2r$	–
<b>3</b>	$4P$	$3P$	$4P$	$2P$	$2Pr$	60	$2r$	$r$	$2r$	$r$	$2r$	$2r$
<b>4</b>	$2P$	$2P$	$4P$	$P$	$4Pr$	45	$3r$	–	$3r$	$r$	–	$r\sqrt{2}$
<b>5</b>	$P$	$3P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	30	$3r$	$r$	$r$	–	$2r$	–
<b>6</b>	$P$	$2P$	$4P$	$4P$	$6Pr$	60	$3r$	–	$3r$	$r$	–	$r\sqrt{2}$
<b>7</b>	$P$	$2P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	45	$3r$	$r$	$r$	–	$r\sqrt{3}$	–

Номер варианта задания	$P_1, Н$	$P_2, Н$	$P_3, Н$	$F, Н$	$M, Н \cdot м$	$\alpha, град$	$R_2, м$	$r_2, м$	$R_3, м$	$r_3, м$	$i_{z2}, м$	$i_{z3}, м$
8	$2P$	$3P$	$3P$	$P$	$3Pr$	30	$2r$	–	$2r$	$r$	–	$r\sqrt{3}$
9	$3P$	$P$	$3P$	$P$	$2Pr$	30	$2r$	$r$	$2r$	–	$r\sqrt{2}$	–
10	$P$	$P$	$3P$	$P$	$2Pr$	60	$3r$	–	$3r$	$r$	–	$r\sqrt{3}$
11	$P$	$P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	30	$3r$	$2r$	$2r$	$r$	$r\sqrt{2}$	$r\sqrt{2}$
12	$2P$	$P$	$2P$	$4P$	$Pr$	60	$3r$	$r$	$3r$	–	$r\sqrt{3}$	–
13	$3P$	$P$	$3P$	$3P$	$2Pr$	30	$3r$	$2r$	$2r$	$r$	$2r$	$r\sqrt{2}$
14	$2P$	$P$	$3P$	$2P$	$4Pr$	60	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$2r$
15	$P$	$2P$	$4P$	$P$	$4Pr$	45	$3r$	$2r$	$2r$	–	$r\sqrt{3}$	–
16	$P$	$3P$	$4P$	$2P$	$3Pr$	30	$2r$	–	$2r$	$r$	–	$r\sqrt{2}$
17	$P$	$P$	$3P$	$2P$	$6Pr$	60	$3r$	$r$	$3r$	–	$r\sqrt{3}$	
18	$2P$	$2P$	$3P$	$P$	$3Pr$	60	$2r$	–	$3r$	$r$	–	$r\sqrt{2}$
19	$2P$	$P$	$2P$	$3P$	$4Pr$	30	$3r$	$r$	$3r$	–	$2r$	–
20	$P$	$P$	$3P$	$P$	$2Pr$	45	$2r$	–	$2r$	$r$	–	$r\sqrt{3}$
21	$2P$	$P$	$4P$	$2P$	$4Pr$	60	$2r$	$r$	$3r$	$r$	$r\sqrt{2}$	$2r$
22	$P$	$P$	$2P$	$5P$	$2Pr$	45	$3r$	$2r$	$2r$	–	$2r$	–
23	$2P$	$2P$	$3P$	$3P$	$2Pr$	60	$3r$	$r$	$2r$	$r$	$2r$	$r\sqrt{2}$
24	$4P$	$P$	$3P$	$P$	$3Pr$	30	$2r$	–	$3r$	$r$	–	$r\sqrt{3}$
25	$P$	$3P$	$2P$	$P$	$2Pr$	60	$3r$	$r$	$r$	–	$r\sqrt{3}$	–
26	$P$	$3P$	$4P$	$3P$	$3Pr$	45	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$r\sqrt{3}$
27	$P$	$P$	$4P$	$2P$	$4Pr$	30	$2r$	$r$	$2r$	–	$r\sqrt{3}$	
28	$2P$	$3P$	$3P$	$P$	$6Pr$	30	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$r\sqrt{2}$
29	$2P$	$P$	$2P$	$2P$	$2Pr$	45	$2r$	$r$	$r$	–	$2r$	–
30	$P$	$P$	$4P$	$P$	$4Pr$	60	$3r$	–	$3r$	$2r$	–	$2r$

#### Пример выполнения задания 4. Динамический расчёт механической системы

Механизм (рис. 3.3) состоит из груза 1, однородного диска – катка 2 и неоднородного диска – блока 3, соединённых друг с другом нерастяжимыми нитями. Система движется в вертикальной плоскости из состояния покоя.

Движение происходит под действием сил тяжести  $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$ , равных по модулю:  $P_1 = 2P, P_2 = 2P, P_3 = 3P$ , силы  $\vec{F}$ , приложенной в центре масс катка 2, равной по величине:  $F = 3P$ , и пары сил с моментом  $M = Pr$ ,



приложенных к блоку 3. Механизм является неизменяемой механической системой. Радиус катка 2  $R_2 = 2r$ .

Качение катка по наклонной плоскости происходит без проскальзывания. Радиусы ступенчатого блока 3:  $R_3 = 3r$ ,  $r_3 = r$ . Радиус инерции блока 3  $i_3 = r\sqrt{3}$ .

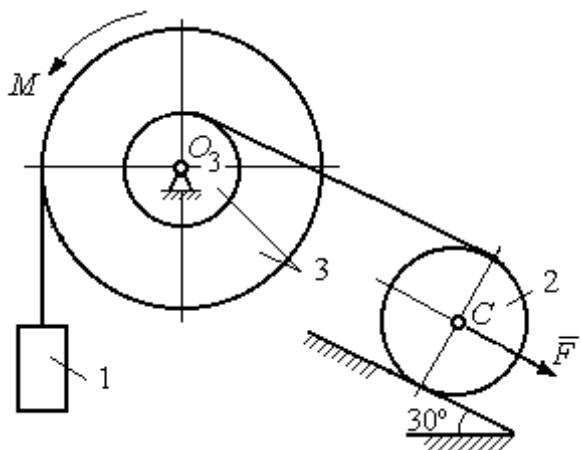


Рис. 3.3. Схема механической системы

Применяя метод динамического расчета механической системы найти ускорение груза 1 и динамические

реакции, действующие на ось вращающегося блока 3.

### Решение

Освобождаем систему от связей. На рис. 3.4 изображены внешние силы, действующие на каждое тело, после освобождения его от связей.

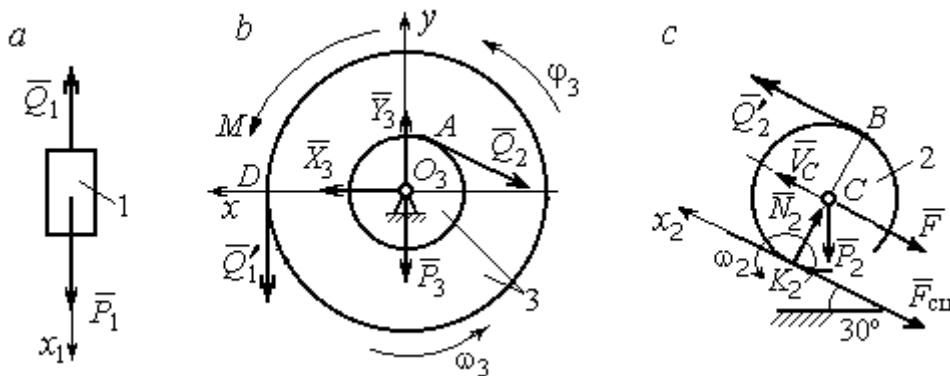


Рис. 3.4. Расчетные схемы для описания движения тел, входящих в систему:  
 а – поступательное движение груза 1; б – вращательное движение блока 3;  
 с – плоское движение катка 2

Груз 1 совершает поступательное движение. К нему приложены сила тяжести  $\vec{P}_1$  и реакция нити  $\vec{Q}_1$  (рис. 3.4, а). Предположим, груз 1 движется вниз, и направим ось  $x_1$  в сторону движения груза.

Уравнение движения груза в проекции на ось  $x_1$ , в соответствии с теоремой о движении центра масс механической системы, имеет вид:

$$m_1 a_1 = \sum F_{kx} = P_1 - Q_1 = 2P - Q_1,$$

где  $m_1$ ,  $a_1$  – соответственно масса груза 1 и его ускорение:  $m_1 = \frac{P_1}{g} = \frac{2P}{g}$ .

Блок 3 вращается вокруг неподвижной оси  $z$ , проходящей через его центр масс  $O_3$ , перпендикулярно плоскости диска. Направление вращения блока, соответствующее выбранному движению вниз груза 1, показано на рис. 3.4, *b* дуговой стрелкой  $\omega_3$ .

На блок действуют сила тяжести  $\vec{P}_3$ , силы реакции подшипника  $\vec{X}_3$ ,  $\vec{Y}_3$ , момент  $M$  и реакции нитей  $\vec{Q}'_1$  и  $\vec{Q}_2$  (см. рис. 3.4, *b*), причем  $|\vec{Q}'_1| = |\vec{Q}_2|$ . При составлении уравнения вращательного движения блока 3 моменты сил считаем положительными, если они поворачивают блок в сторону его вращения.

Уравнение вращения блока 3 имеет вид:

$$J_{zO_3} \varepsilon_3 = \sum M_{zO_3}(F_k) = Q'_1 R_3 + M - Q_2 r_3 = Q_1 3r + Pr - Q_2 r,$$

где  $J_{zO_3}$  – момент инерции блока 3 относительно оси  $z$ ;  $\varepsilon_3$  – угловое ускорение

диска 3,  $J_{zO_3} = m_3 i_3^2 = \frac{P_3}{g} (r\sqrt{3})^2 = \frac{9Pr^2}{g}$ .

Каток 2 совершает плоскопараллельное движение. К нему приложены сила тяжести  $\vec{P}_2$ , сила  $\vec{F}$ , реакция нити  $\vec{Q}'_2$  и реакция наклонной плоскости, состоящая из нормальной реакции опоры  $\vec{N}_2$  и силы сцепления катка с поверхностью  $\vec{F}_{\text{сц}}$ . Согласно принципу равенства действия и противодействия, модули сил  $\vec{Q}_2$  и  $\vec{Q}'_2$  равны. На рис. 3.4, *c* показаны направления действия сил, приложенных к диску 2. В соответствии с направлением движения груза 1, центр масс катка 2 движется вверх параллельно наклонной плоскости. Направление движения центра масс катка 2 показано направлением оси  $x_2$ . Направление вращения катка 2 показано дуговой стрелкой угловой скорости  $\omega_2$  (см. рис. 3.4, *c*).

Плоскопараллельное движение катка 2 описывается уравнением движения его центра масс и уравнением вращения вокруг оси, проходящей через центр

масс, перпендикулярно плоскости диска. Составляя уравнение движения, получим:

$$m_2 a_C = Q_2' - F - F_{\text{сц}} - P_2 \cos 60^\circ = Q_2 - 3P - F_{\text{сц}} - P,$$

$$J_C \varepsilon_2 = Q_2' R_2 + F_{\text{сц}} R_2 = Q_2 2r + F_{\text{сц}} 2r,$$

где  $m_2$  – масса катка 2,  $m_2 = \frac{P_2}{g} = \frac{2P}{g}$ ;  $a_C$ ,  $\varepsilon_2$  – ускорение центра масс и угловое

ускорение катка 2;  $J_C$  – момент инерции однородного катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс, перпендикулярно плоскости диска,

$J_C = \frac{m_2 R_2^2}{2} = \frac{PR_2^2}{g} = \frac{4Pr^2}{g}$ . В уравнении вращательного движения диска момент

силы считается положительным, если создаваемый им поворот направлен в сторону вращения диска,

К системе четырех уравнений, описывающих движения тел в системе, необходимо добавить уравнения связей. Если предположить, что скорость центра масс катка 2 равна  $V_C$ , то угловая скорость катка определится по

формуле:  $\omega_2 = \frac{V_C}{CK_2} = \frac{V_C}{R_2}$ , где  $CK_2$  – расстояние от центра масс катка 2 до его

мгновенного центра скоростей (см. рис. 3.4, с). Продифференцировав по времени последнее равенство, получим уравнение связи между ускорением центра масс

катка 2 и его угловым ускорением:  $\varepsilon_2 = \dot{\omega}_2 = \frac{\dot{V}_C}{R_2} = \frac{a_C}{R_2} = \frac{a_C}{2r}$ .

Скорость точки  $B$  катка 2 (см. рис. 3.4, с)  $V_B = \omega_2 \cdot BK_2 = \frac{V_C}{R_2} 2R_2 = 2V_C$ .

Точка  $B$  катка 2 и точка  $A$  блока 3 соединены нитью (см. рис. 3.3), поэтому их скорости равны. Приравняв скорости точек  $A$  и  $B$ , получим

равенство:  $\omega_3 r_3 = \omega_3 r$ , откуда  $\omega_3 = \frac{2V_C}{r}$ . После дифференцирования

последнего выражения найдём соотношение между ускорениями:  $\varepsilon_3 = \frac{2a_C}{r}$ .

Скорость груза 1 связана со скоростью центра масс диска 2 следующим образом:  $V_1 = V_D = \omega_3 R_3 = \frac{2V_C}{r} 3r = 6V_C$ . Тогда  $a_1 = 6a_C$ .

В результате получены четыре уравнения, описывающие движение тел в системе:

$$\frac{2P}{g} a_1 = 2P - Q_1, \quad \frac{9Pr^2}{g} \varepsilon_3 = Q_1 3r + Pr - Q_2 r;$$

$$\frac{2P}{g} a_C = Q_2 - 3P - F_{\text{сц}} - P, \quad \frac{4Pr^2}{g} \varepsilon_2 = Q_2 2r + F_{\text{сц}} 2r$$

и три уравнения связей:  $\varepsilon_2 = \frac{a_C}{2r}$ ,  $\varepsilon_3 = \frac{2a_C}{r}$ ,  $a_1 = 6a_C$ .

После подстановки уравнений связи в уравнения движения тел получим систему четырёх уравнений с четырьмя неизвестными:

$$\frac{12P}{g} a_C = 2P - Q_1, \quad \frac{18P}{g} a_C = 3Q_1 + P - Q_2,$$

$$\frac{2P}{g} a_C = Q_2 - 4P - F_{\text{сц}}, \quad \frac{P}{g} a_C = Q_2 + F_{\text{сц}},$$

которая может быть решена любым известным из курса математики способом.

Например, исключив из первых двух уравнений величину  $Q_1$ , а из третьего и четвёртого уравнений – величину  $F_{\text{сц}}$ , получим систему двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\frac{54P}{g} a_C = 7P - Q_2, \quad \frac{3P}{g} a_C = 2Q_2 - 4P,$$

откуда  $a_C = \frac{10}{111} g$ ,  $Q_2 = \frac{79}{37} P$ . Величину натяжения нити  $Q_1$  находим из первого

уравнения исходной системы:  $Q_1 = \frac{34}{37} P$ .

Для вычисления динамической реакции  $R_3$  оси блока 3 заметим, что центр масс блока 3 неподвижен и его ускорение равно нулю,  $\vec{a}_{O_3} = 0$ . Тогда уравнения движения центра масс блока 3 в проекциях на оси  $x, y$  имеют вид:

$$m_3 a_{O_3x} = X_3 - Q_2 \cos 30^\circ = 0, \quad m_3 a_{O_3y} = Y_3 - Q_1 - P_3 - Q_2 \cos 60^\circ = 0,$$

где  $X_3, Y_3$ , – проекции реакции  $R_3$  оси вращающегося блока 3 на оси  $x, y$  (см. рис. 3.4, *b*). Отсюда, с учетом значений  $Q_1 = 0,919P$  и  $Q_2 = 2,135P$ , проекции динамической реакции оси блока 3:  $X_3 = Q_2 \cos 30^\circ = 1,85P$ ,  $Y_3 = Q_1 + P_3 + Q_2 \cos 60^\circ = 4,98P$ . Полная величина динамической реакции оси блока 3:  $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2} = 5,31P$ .

### 3.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы

**Кинетическая энергия тела при поступательном движении:**  $T = \frac{1}{2} m V_C^2$ ,

где  $m$  – масса тела;  $V_C$  – скорость центра масс тела. **Кинетическая энергия тела**

**при вращательном движении** вокруг неподвижной оси  $z$ :  $T = \frac{1}{2} J_z \omega^2$ , где  $J_z$

– момент инерции тела относительно оси  $z$ ;  $\omega$  – угловая скорость тела. Для дисков с равномерно распределённой массой момент инерции относительно оси

$z$ , проходящей через центр масс:  $J_z = \frac{1}{2} m R^2$ , где  $R$  – радиус диска. Для тел с

неравномерно распределённой массой  $J_z = m i_z^2$ , где  $i_z$  – радиус инерции.

**Кинетическая энергия тела при плоскопараллельном движении:**

$T = \frac{1}{2} m V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega^2$ , где  $m$  – масса тела;  $V_C, \omega$  – скорость центра масс и угловая

скорость тела;  $J_{zC}$  – момент инерции тела относительно оси  $z$ , проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения.

**Работа постоянной по модулю и направлению силы  $\vec{F}$**  на конечном прямолинейном перемещении  $S$  точки приложения силы:  $A(F) = F S \cos \alpha$ , где  $\alpha$  – угол между вектором силы и перемещением. Если угол  $\alpha$  острый, работа положительна, если тупой, – отрицательна. При  $\alpha = 90^\circ$  сила перпендикулярна перемещению точки и работа силы равна нулю.

**Работа пары сил с постоянным моментом  $M$**  при повороте тела на конечный угол  $\varphi$ :  $A = \pm M\varphi$ , где  $\varphi$  – угол поворота тела. Работа считается положительной, если пара сил стремится повернуть тело в направлении его вращения, и отрицательной – в противном случае.

**Мощностью силы  $\vec{F}$**  называют величину  $N(F)$ , равную скалярному произведению силы на скорость точки её приложения:  $N(F) = \vec{F} \cdot \vec{V} = F \cdot V \cos\alpha$ , где  $V$  – скорость точки приложения силы;  $\alpha$  – угол между вектором силы и вектором скорости точки приложения силы.

При плоском движении тела мощность силы выражается суммой скалярных произведений векторов:  $N = \vec{F} \cdot \vec{V}_O + \vec{M}_O(\vec{F}) \cdot \vec{\omega} = F \cdot V_O \cos\alpha \pm Fh_O\omega$ , где  $\vec{V}_O$  – вектор скорости точки  $O$ , выбранной полюсом;  $\vec{\omega}$  – вектор угловой скорости тела;  $\vec{M}_O$  – вектор момента силы  $\vec{F}$  относительно полюса;  $h_O$  – плечо силы  $\vec{F}$  относительно полюса  $O$ .

**Теорема об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме.** Производная по времени от кинетической энергии системы равна сумме мощностей внешних и внутренних сил:

$$\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e) + \sum N(\vec{F}_k^i),$$

где  $T$  – кинетическая энергия системы;  $\sum N(\vec{F}_k^e)$ ,  $\sum N(\vec{F}_k^i)$  – сумма мощностей соответственно внешних и внутренних сил.

**Теорема об изменении кинетической энергии системы на конечном перемещении.** Изменение кинетической энергии системы на её конечном перемещении равно сумме работ внешних и внутренних сил, действующих на систему  $T - T_0 = \sum A(\vec{F}_k^e) + \sum A(\vec{F}_k^i)$ , где  $T, T_0$  – кинетическая энергия системы соответственно в текущем и начальном состояниях;  $\sum A(\vec{F}_k^e)$ ,  $\sum A(\vec{F}_k^i)$  – сумма работ внешних и внутренних сил соответственно при перемещении системы из начального состояния в текущее.

Механические системы, состоящие из абсолютно твердых тел, соединенных гибкими нерастяжимыми нитями, называются **неизменяемыми**. В неизменяемых системах сумма работ внутренних сил и, следовательно, сумма мощностей этих сил равны нулю. Поэтому для таких систем в теореме об изменении кинетической энергии достаточно учитывать только внешние силы.

### **3.4. Задание 5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии**

Неизменяемая механическая система состоит из ступенчатого и однородного дисков, соединённых нерастяжимой нитью или невесомым стержнем. Нити и стержни, соединяющие диски, параллельны плоскостям качения дисков. Качение дисков осуществляется без скольжения. Скольжение между невесомым стержнем и дисками отсутствует.

Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести  $\vec{P}_1, \vec{P}_2$ , сил  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  и пары сил с моментом  $M$ . Направления действия сил  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  и наклон плоскости (если он есть) определяются углами  $\alpha$  или  $\beta$ , показанными на схемах механизмов.

Радиус однородного диска  $r$ . Радиусы ступеней ступенчатого диска  $R$  и  $r$ . Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен  $i_z$ .

1. Найти ускорение центра масс диска 2.
2. Найти реакцию опоры диска 2 на плоскость (её нормальную составляющую и силу сцепления диска с плоскостью).

Варианты задания приведены на рис. 3.5, 3.6, исходные данные представлены в табл. 3.2.

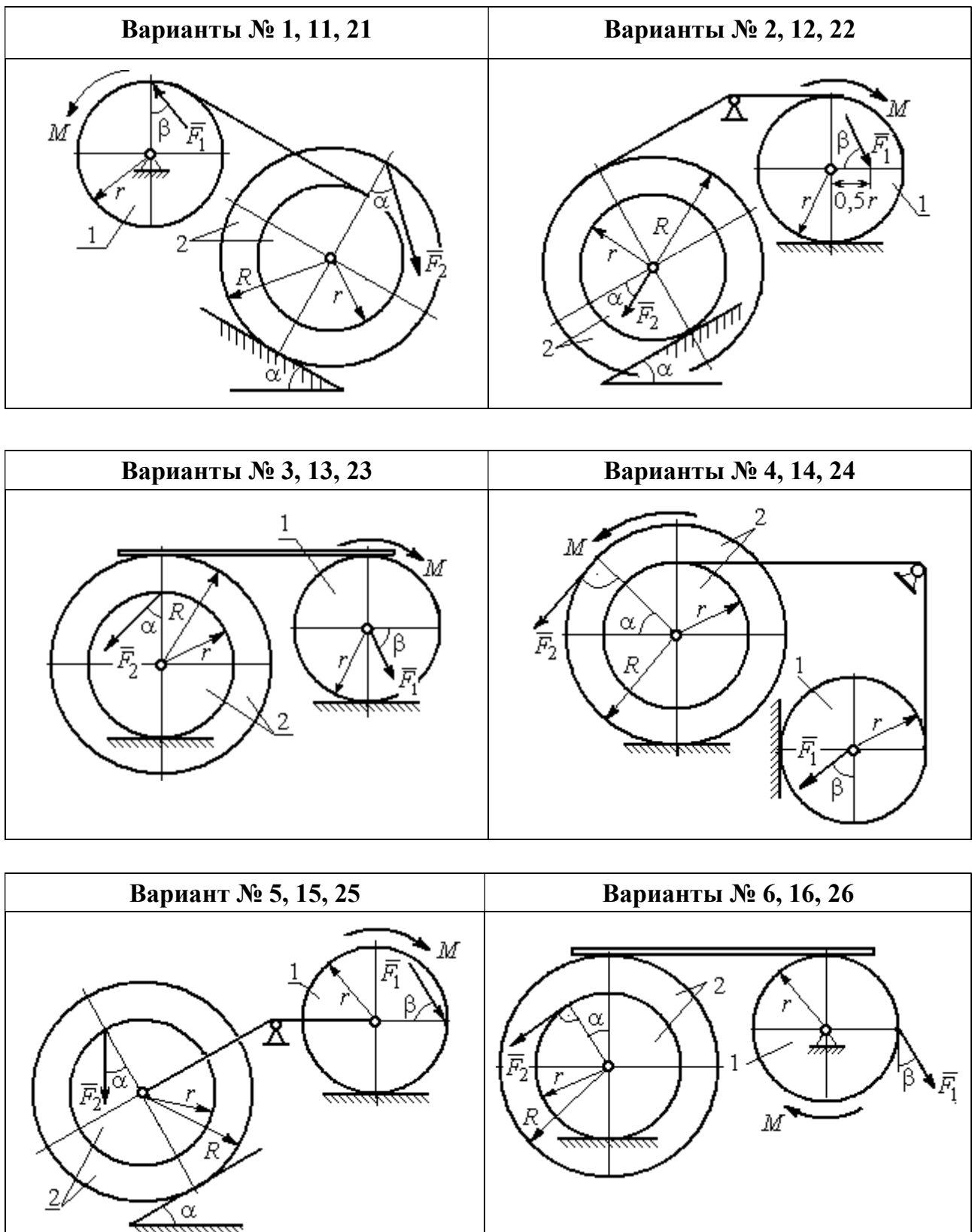


Рис. 3.5. Задание 5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии.

Варианты задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26



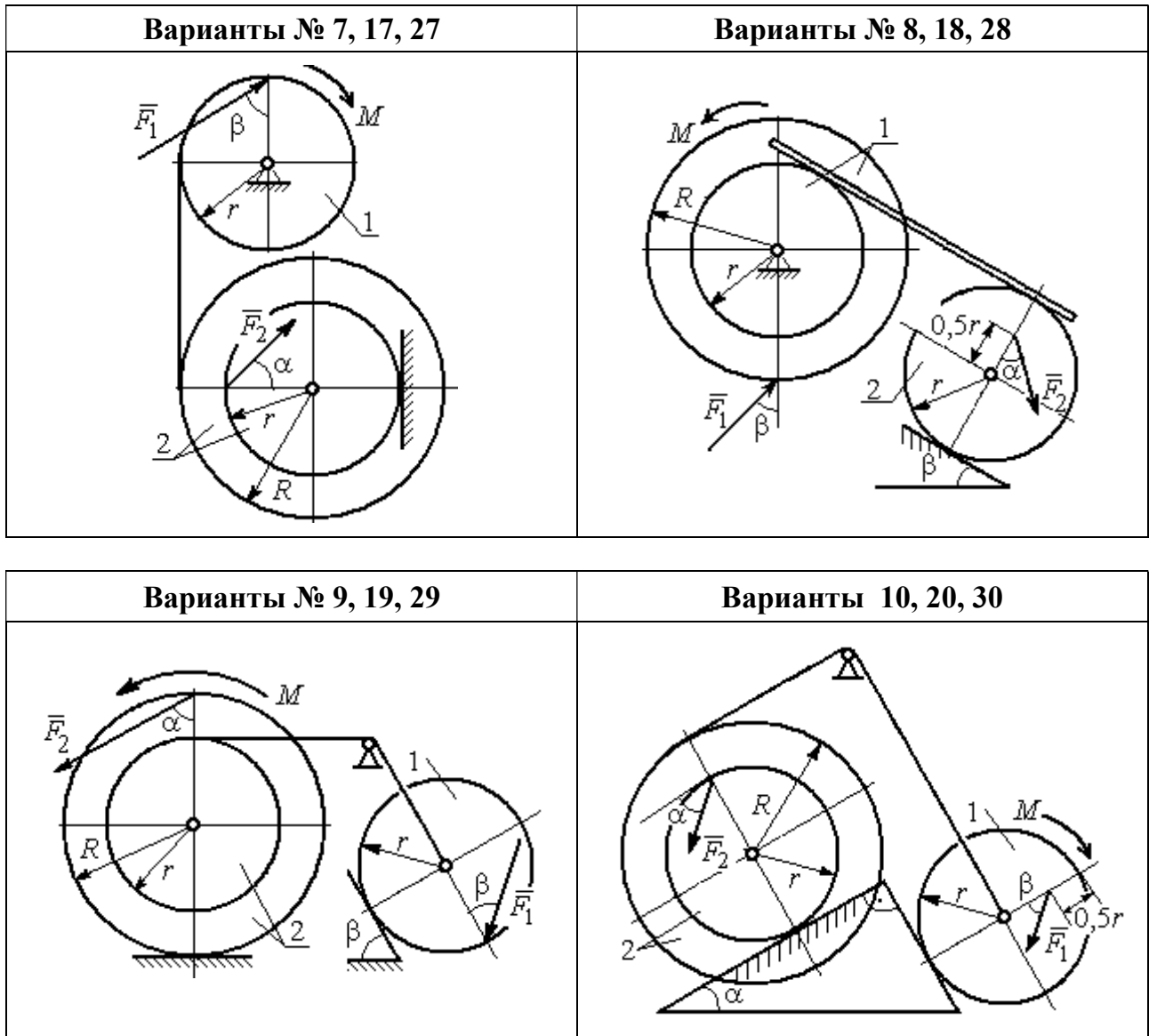


Рис. 3.6. Задание 5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии. Варианты задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 3.2

**Исходные данные задания 5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии**

Номер варианта задания	$P_1$ , Н	$P_2$ , Н	$F_1$ , Н	$F_2$ , Н	$M$ , Н·м	$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$R$ , м	$r$ , м	$i_z$ , м
1	10	20	15	20	25	30	60	0,4	0,3	0,3
2	20	30	10	20	20	60	30	0,6	0,3	0,4
3	10	15	12	20	25	60	60	1,2	0,6	0,8
4	12	25	20	25	35	30	30	1,5	0,5	1,2

Номер варианта задания	$P_1$ , Н	$P_2$ , Н	$F_1$ , Н	$F_2$ , Н	$M$ , Н·м	$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$R$ , м	$r$ , м	$i_z$ , м
5	15	20	10	20	30	60	30	0,8	0,4	0,7
6	18	20	18	22	22	45	60	1,2	0,4	0,9
7	15	25	10	8	20	45	45	0,9	0,6	0,7
8	25	22	10	12	30	45	60	1,0	0,8	0,9
9	12	25	18	10	32	30	30	0,8	0,6	0,7
10	10	15	8	10	28	60	30	1,4	0,7	1,2
11	15	22	20	25	30	60	45	0,6	0,4	0,5
12	20	25	15	40	30	30	60	0,8	0,4	0,6
13	10	20	10	25	30	45	30	1,0	0,5	0,9
14	12	15	18	15	25	30	30	0,9	0,3	0,8
15	20	25	20	20	30	45	60	1,0	0,5	0,8
16	10	15	10	15	16	60	45	1,2	0,4	1,1
17	18	25	12	10	30	30	30	1,5	0,9	1,3
18	25	20	10	15	20	60	60	0,8	0,5	0,7
19	12	25	10	10	32	60	60	1,2	0,9	1,1
20	15	20	8	20	25	30	45	0,8	0,4	0,7
21	10	25	25	15	30	45	30	0,7	0,5	0,6
22	18	20	20	20	35	60	45	1,4	0,7	0,9
23	10	15	10	30	30	30	30	1,4	0,7	0,8
24	10	15	12	20	20	30	30	1,2	0,4	0,8
25	12	18	20	18	30	60	30	1,2	0,6	1,1
26	10	12	12	15	15	30	30	0,9	0,3	0,8
27	15	22	10	12	20	45	60	0,8	0,6	0,7
28	22	20	8	16	8	30	45	0,6	0,2	0,4
29	18	25	10	8	32	60	60	1,2	0,8	1,1
30	20	25	8	20	28	30	30	0,8	0,4	0,6

### Пример выполнения задания 5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Механическая система состоит из ступенчатого и однородного дисков, соединённых невесомым стержнем (рис. 3.7). Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести, сил  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  и пары сил с моментом  $M$ . Направления действия сил  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  определяются углами  $\alpha$  и  $\beta$ .

Диск 1 вращается вокруг неподвижной оси  $O_1$ . Диск 2 катится прямолинейно по горизонтальной поверхности. Качение диска 2 без

проскальзывания. Невесомый стержень, соединяющий диски, расположен горизонтально. Скольжение между стержнем и дисками отсутствует.

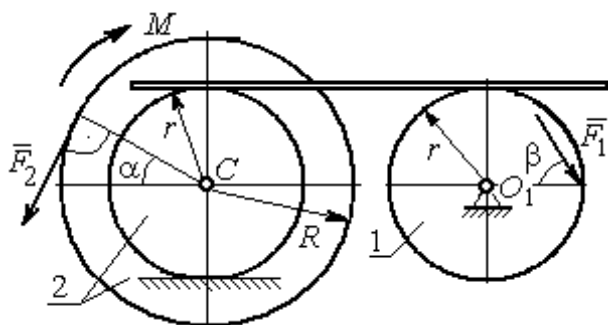


Рис. 3.7. Схема движения механической системы

Определить ускорение центра масс диска 2, угловое ускорение дисков, усилие в стержне, динамическую реакцию шарнира  $O_1$ , реакцию опоры диска 2 (её нормальную составляющую и силу сцепления диска с поверхностью качения), если модули сил тяжести  $P_1 = 40$  Н,  $P_2 = 60$  Н, модули сил  $F_1 = 80$  Н,  $F_2 = 30$  Н, величина момента  $M = 35$  Н·м, углы наклона сил  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\beta = 45^\circ$ , радиусы дисков  $R = 0,8$  м,  $r = 0,6$  м, радиус инерции диска 2  $i_z = 0,4$  м.

Решение

Предположим, что во время движения системы диск 1 вращается по ходу часовой стрелки. Угловые скорости  $\omega_1$  и  $\omega_2$  дисков 1 и 2 и скорость центра масс диска 2 показаны на рис. 3.8.

На диск 1 действуют силы:  $\vec{F}_1$ , сила тяжести  $\vec{P}_1$  и реакция шарнира  $O_1$ , разложенная на составляющие  $\vec{X}_1$ ,  $\vec{Y}_1$ ; на диск 2 – сила  $\vec{F}_2$ , сила тяжести  $\vec{P}_2$ , пара сил с моментом  $M$ , нормальная реакция опоры  $\vec{N}$  и сила сцепления диска 2 с поверхностью  $\vec{F}_{\text{сц}}$ . Направления действия сил показаны на рис. 3.8.

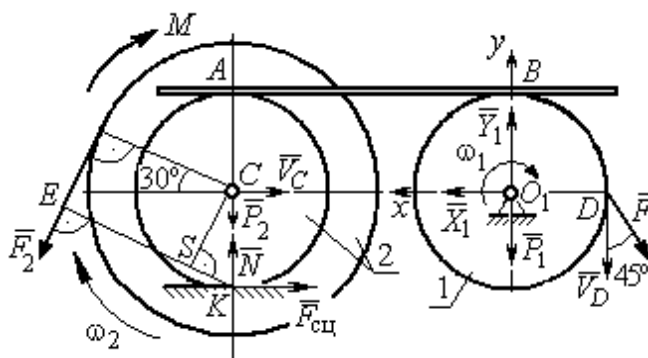


Рис. 3.8. Расчетная схема для исследования движения системы

Для решения задачи воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме. По условию задачи

рассматриваемая система неизменяемая, и, следовательно, сумма мощностей внутренних сил равна нулю. В этом случае теорема об изменении кинетической энергии системы принимает вид  $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e)$ , где  $T$  – энергия системы в текущем положении;  $\sum N(\vec{F}_k^e)$  – суммарная мощность внешних сил.

Найдём кинетическую энергию системы и выразим её через скорость центра масс диска 2.

Кинетическая энергия вращательного движения диска 1:  $T_1 = \frac{1}{2} J_{zO_1} \omega_1^2$ , где  $\omega_1$  – угловая скорость диска 1;  $J_{zO_1}$  – осевой момент инерции диска 1,  $J_{zO_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$ . Диск 2 движется плоскопараллельно. Его кинетическая энергия определяется по формуле:  $T_2 = \frac{1}{2} m_2 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2$ , где  $V_C$ ,  $\omega_2$  – скорость центра масс и угловая скорость диска 2;  $J_{zC}$  – момент инерции ступенчатого диска 2 относительно оси  $z$ , проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска,  $J_{zC} = m_2 i_z^2$ .

У диска 2 мгновенный центр скоростей находится в точке касания его с неподвижной поверхностью (точка  $K$  на рис. 3.8). Тогда скорость точки  $C$  определяется по формуле  $V_C = \omega_2 \cdot CK = \omega_2 r$ , откуда  $\omega_2 = \frac{V_C}{r}$ . Скорость точки  $A$   $V_A = \omega_2 \cdot AK = \omega_2 2r$ , или  $V_A = 2V_C$ .

Так как нет проскальзывания между стержнем и дисками, скорость точки  $A$  на диске 2 равна скорости точки  $B$  на диске 1, причём  $V_B = \omega_1 r$ . Приравняв скорости  $V_B = V_A$ , найдем  $\omega_1 = \frac{2V_C}{r}$ .

С учетом найденных зависимостей кинетические энергии дисков 1 и 2 и суммарная энергия системы имеют вид

$$T_1 = \frac{1}{2} J_{zO_1} \omega_1^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_1 r^2}{2g} \left( \frac{2V_C}{r} \right)^2 = \frac{P_1}{g} V_C^2;$$

$$T_2 = \frac{1}{2} m_2 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_2}{g} V_C^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{P_2}{g} i_z^2 \left( \frac{V_C}{r} \right)^2;$$

$$T = T_1 + T_2 = \frac{P_1}{g} V_C^2 + \frac{1}{2} \frac{P_2}{g} \left( 1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) V_C^2.$$

Производная по времени от кинетической энергии системы:

$$\frac{dT}{dt} = 2V_C \frac{dV_C}{dt} \left[ \frac{P_1}{g} + \frac{P_2}{2g} \left( 1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) \right].$$

Найдем сумму мощностей внешних сил. Отметим, что мощности силы тяжести  $\vec{P}_1$  и сил реакции  $\vec{X}_1, \vec{Y}_1$  подшипника  $O_1$  равны нулю, так как нет перемещения точек приложения этих сил. Мощности сил  $\vec{N}$  и  $\vec{F}_{\text{сц}}$  – нормальной реакции опоры диска 2 и силы сцепления диска с плоскостью также равны нулю, так как точкой приложения этих сил является мгновенный центр скоростей диска 2, скорость которого равна нулю. Мощность силы  $\vec{P}_2$  равна нулю, так как угол между вектором силы и скоростью точки приложения силы – точки  $C$  – равен  $90^\circ$  (см. рис. 3.8). Для определения мощности силы  $\vec{F}_2$ , приложенной к диску 2, воспользуемся формулой расчета мощности силы при плоскопараллельном движении тела. Выберем в качестве полюса точку  $K$  – мгновенный центр скоростей диска 2, скорость которого  $V_K = 0$  (см. рис. 3.8). В этом случае мощность силы  $\vec{F}_2$ :  $N(\vec{F}_2) = \vec{M}_K \cdot \vec{\omega}_2 = -F_2 h_K \omega_2$ , где  $\vec{M}_K = M_K(\vec{F}_2)$  – вектор момента силы  $\vec{F}_2$  относительно центра  $K$ ;  $\vec{\omega}_2, \omega_2$  – вектор и модуль угловой скорости диска 2;  $h_K$  – плечо силы  $\vec{F}_2$  относительно центра  $K$ . Мощность силы  $\vec{F}_2$  отрицательная, так как направление момента силы  $\vec{F}_2$  относительно точки  $K$  противоположно направлению угловой скорости диска 2.

В результате мощность силы  $\vec{F}_2$ :

$$N(\vec{F}_2) = -F_2 h_K \omega_2 = -F_2 (R + r \cos 60^\circ) \omega_2 = -F_2 V_C \left( \frac{1}{2} + \frac{R}{r} \right).$$

Здесь  $h_K = EK = ES + SK = R + r \cos 60^\circ$  (см. рис. 3.8).

Заметим, что для вычисления мощности силы  $F_2$  можно использовать в качестве полюса центр масс диска – точку  $C$ . Имеем:

$$N(\vec{F}_2) = \vec{F}_2 \cdot \vec{V}_C + \vec{M}_C(F_2) \cdot \vec{\omega}_2 = F_2 V_C \cos 120^\circ - F_2 R \omega_2 = -F_2 V_C \left( \frac{1}{2} + \frac{R}{r} \right).$$

Момент  $M$  направлен в сторону вращения диска 2. Его мощность положительная:  $N(M) = M \omega_2 = M \frac{V_C}{r}$ . Мощность силы  $\vec{F}_1$ , приложенной в точке  $D$ ,  $N(\vec{F}_1) = F_1 V_D \cos 45^\circ = F_1 V_C \sqrt{2}$ . Здесь учтено очевидное равенство  $V_D = V_A = 2V_C$  (см. рис. 3.8).

Суммарная мощность внешних сил:

$$\sum N(F^e) = -F_2 V_C \left( \frac{1}{2} + \frac{R}{r} \right) + M \frac{V_C}{r} + F_1 V_C \sqrt{2}.$$

В результате теорема об изменении кинетической энергии системы приводится к виду

$$2V_C \frac{dV_C}{dt} \left[ \frac{P_1}{g} + \frac{P_2}{2g} \left( 1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) \right] = -F_2 V_C \left( \frac{1}{2} + \frac{R}{r} \right) + M \frac{V_C}{r} + F_1 V_C \sqrt{2},$$

откуда ускорение центра масс диска 2:

$$a_C = \frac{dV_C}{dt} = \frac{\left[ -F_2 \left( \frac{1}{2} + \frac{R}{r} \right) + \frac{M}{r} + F_1 \sqrt{2} \right] g}{\left[ 2P_1 + P_2 \left( 1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) \right]}.$$

Подставляя исходные данные задачи, получим:  $a_C = 6,85 \text{ м/с}^2$ .

Для определения углового ускорения диска 2 продифференцируем по времени равенство  $\omega_2 = \frac{V_C}{CK} = \frac{V_C}{r}$ . Дифференцирование здесь допустимо, так как

во время движения диска 2 расстояние от точки  $C$  до мгновенного центра скоростей диска 2 – точки  $K$  – не меняется.

Найдем  $\varepsilon_2 = \dot{\omega}_2 = \frac{\dot{V}_C}{r} = \frac{a_C}{r} = 11,42 \text{ рад/с}^2$ . Угловое ускорение диска 1

находится путём дифференцирования равенства  $\omega_1 = 2\omega_2$ .

Имеем:  $\varepsilon_1 = 2\varepsilon_2 = 22,84 \text{ рад/с}^2$ .

Для того чтобы определить реакцию стержня, освобождаемся от стержня,

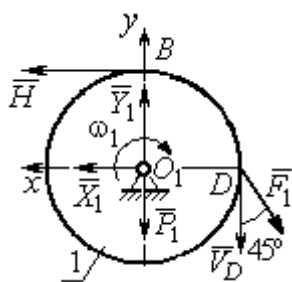


Рис. 3.9. Силы, действующие на диск 1 во время движения

заменяем его реакцией  $\vec{H}$  и составляем уравнения движения дисков 1 и 2.

Силы, действующие на диск 1 во время движения, показаны на рис. 3.9. Уравнение вращательного движения диска 1 в алгебраической форме:

$$J_{zO_1} \varepsilon_1 = \sum M_z(\vec{F}_k^e), \text{ где } \varepsilon_1 \text{ – угловое ускорение диска;}$$

$$J_{zO_1} \text{ – момент инерции диска 1 относительно оси } z,$$

проходящей через точку  $O_1$  перпендикулярно плоскости диска,  $J_{zO_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$ ;

$\sum M_{zO_1}(\vec{F}_k^e)$  – сумма моментов внешних сил относительно оси  $z$ .

Считая моменты сил положительными, если они создают поворот диска в сторону его вращения, составим сумму моментов внешних сил относительно оси  $z$ :  $\sum M_{zO_1}(\vec{F}_k^e) = F_1 r \cos 45^\circ - Hr$ . В результате уравнение вращательного

движения диска 1 принимает вид:  $\frac{P_1 r^2}{2g} \varepsilon_1 = F_1 r \cos 45^\circ - Hr$ .

Подставляя в уравнение исходные данные задачи с учетом найденного значения углового ускорения диска 1:  $\varepsilon_1 = 22,84 \text{ рад/с}^2$ , найдем реакцию стержня  $H = 28,63 \text{ Н}$ .

Для определения динамической реакции шарнира  $O_1$  диска 1 применим теорему о движении центра масс. Выберем оси координат  $O_1x$  и  $O_1y$ , как показано на рис. 3.9, и составим уравнение движения центра масс диска 1 в

проекциях на оси координат с учётом того, что сам центр масс неподвижен и его ускорение равно нулю.

Получим систему:

$$H + X_1 - F_1 \sin 45^\circ = 0, \quad Y_1 - P_1 - F_1 \cos 45^\circ = 0.$$

Отсюда, с учётом найденной величины усилия в стержне  $H = 28,63$  Н, находим составляющие динамической реакции шарнира:  $X_1 = 27,94$  Н,  $Y_1 = 96,57$  Н. Полная реакция шарнира  $R_{O_1} = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2} = 100,53$  Н.

Для определения величины силы сцепления диска 2 с поверхностью качения и нормальной составляющей реакции опоры диска используем теорему о движении центра масс. Силы, приложенные к диску 2, и выбранная система координат  $xCy$  показаны на рис. 3.10. Уравнения движения центра масс диска 2 в проекциях на оси  $x, y$  имеют вид:

$$m_2 a_C = H + F_{\text{сц}} - F_2 \cos 60^\circ;$$

$$0 = -F_2 \cos 30^\circ - P_2 + N.$$

С учетом найденных значений реакции стержня ( $H = 28,63$  Н) и ускорения центра масс диска 2 ( $a_C = 6,85$  м/с<sup>2</sup>), находим силу сцепления и нормальную реакцию опоры:  $F_{\text{сц}} = 28,27$  Н,  $N = 85,98$  Н.

Полная реакция опоры  $R_K = \sqrt{N^2 + F_{\text{сц}}^2} = 90,51$  Н.

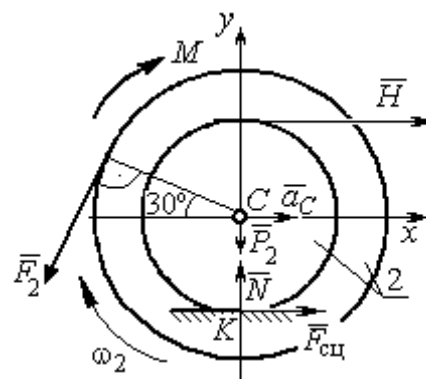


Рис. 3.10. Силы, действующие на диск 2 во время движения



## 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

### 4.1. Основные цели и задачи сопротивления материалов

**Сопротивление материалов** – наука о прочности частей сооружений и машин, которая основывается на результатах опыта и использует математический аппарат при их анализе.

**Задача науки** состоит в создании основ для расчета частей конструкций и машин с учетом их надежности и экономичности. Два последних требования противоречивы – это противоречие и обуславливает развитие науки о сопротивлении материалов.

**Цель науки** о сопротивлении материалов – определение размеров сооружений и машин еще до их постройки. Теоретические положения сопротивления материалов основываются на законах механики: на условиях равновесия, законах сложения сил, теоремах о моментах сил, на принципе возможных перемещений и др.

Наука о сопротивлении материалов занимается определением напряжений и деформаций в упругих телах.

### 4.2. Деформация растяжения и сжатия стержней

**Растяжением** называют такой вид деформации, при котором в каждом его поперечном сечении возникают только продольные внутренние усилия.

Деформация растяжения (сжатия) может возникнуть от любого количества как угодно приложенных сил, но при этом должно соблюдаться обязательное условие: вся система сил должна приводиться к двум равным по величине, но противоположно направленным силам, действующим по продольной оси стержня.

Продольное усилие  $N$  в любом поперечном сечении численно равно алгебраической сумме проекций на ось стержня внешних сил, приложенных к

части стержня, расположенной по одну сторону от сечения. Усилие считается положительным, если вызывает растяжение рассматриваемого участка.

При растяжении (сжатии) в сечении возникают только нормальные напряжения  $\sigma$ , которые определяются по формуле:  $\sigma = \frac{N}{A}$ , где  $N$  – продольное усилие, кН;  $A$  – площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>.

**Условие прочности** имеет вид:  $\sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{adm}}$ , где  $\sigma_{\text{adm}}$  – допускаемое нормальное напряжение материала стержня, МПа.

Абсолютная деформация  $\Delta l$  однородного участка (постоянное сечение и материал) определяется **по закону Гука**:  $\Delta l = \frac{Fl}{EA}$ , где  $l$  – длина участка, м;  $E$  – модуль продольной упругости материала (модуль Юнга), Па.

Для наглядного представления строятся эпюры. Эпюрами продольных сил и нормальных напряжений называют графики (см. рис. 4.4), показывающие законы изменения сил и напряжений в поперечных сечениях по длине стержня. Эпюры продольных сил, нормальных напряжений и перемещений поперечных сечений строятся в выбранном масштабе с учетом знаков.

### **Влияние собственного веса на напряжения и перемещения**

Собственный вес стержня учитывается в тех случаях, когда его величина составляет более 5 % от внешней нагрузки и когда направление действия собственного веса совпадает с направлением внешней нагрузки.

Если ось в стержне вертикальна, то его собственный вес вызывает центральное растяжение или сжатие. Если вертикальный брус закреплен верхним концом, то от собственного веса он растягивается, а при закреплении нижнего конца – сжимается. Собственный вес вертикального бруса можно рассматривать как продольную (осевую) внешнюю нагрузку, распределенную вдоль оси бруса.

Рассмотрим брус постоянного сечения, закрепленный верхним концом. Продольная сила от собственного веса в поперечном сечении бруса на расстоянии  $x$  от его нижнего конца равна весу нижележащей части бруса  $N_x = \rho g A x$ , где  $N_x$  – продольная сила от собственного веса, Н;  $\rho$  – плотность материала, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $A$  – площадь поперечного сечения бруса, м<sup>2</sup>;  $x$  – расстояние от нижнего конца стержня, м.

Напряжение от собственного веса определяется по формуле:

$$\sigma_x = \frac{N_x}{A} = \rho g x.$$

По формулам для определения продольных усилий и нормальных напряжений строятся эпюры  $N_x$  и  $\sigma_x$  с учетом знаков. Если на стержень действует дополнительная сила  $F$ , то продольная сила и нормальное напряжение определяются по формулам:  $N_x = F + \rho g A x$ ;  $\sigma_x = \frac{F}{A} + \rho g x$ .

Полное удлинение (укорочение) стержня постоянного сечения от собственного веса определяется согласно выражению  $\Delta l = \frac{\rho g l^2}{2E}$ , где  $l$  – длина стержня, м;  $E$  – модуль продольной упругости материала, Па.

При действии внешней силы  $F$  и собственного веса удлинение стержня определяется выражением:  $\Delta l = \frac{F l}{EA} + \frac{\rho g l^2}{2E}$ .

Физический смысл первого слагаемого – напряжение и удлинение от внешней силы, второго – напряжение и удлинение от собственного веса.

Перемещение любого поперечного сечения бруса, закрепленного верхним концом, равно удлинению части бруса, лежащей над сечением, и сумме удлинений под действием собственного веса верхней части, нижней части бруса и внешней силы.

### 4.3. Задание 6. Осевая деформация растяжения-сжатия стержней

#### с учетом собственного веса

Для стального бруса по заданной схеме (рис. 4.1 – 4.3) с учетом собственного веса и при продольных нагрузках  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  (табл. 4.1), (принять  $F_3 = 2 F_1$ ) требуется:

1. Построить эпюры продольных сил  $N_x$ , нормальных напряжений  $\sigma_x$  и перемещений  $U_x$ .
2. Вычислить полное удлинение (укорочение) бруса и перемещение сечения I-I для заданных геометрических размеров, заданной схемы, где  $\gamma = 77$  кН/м<sup>3</sup> - удельный вес материала.

Варианты заданий даны на рис. 4.1, 4.2. Исходные данные приведены в табл. 4.1.

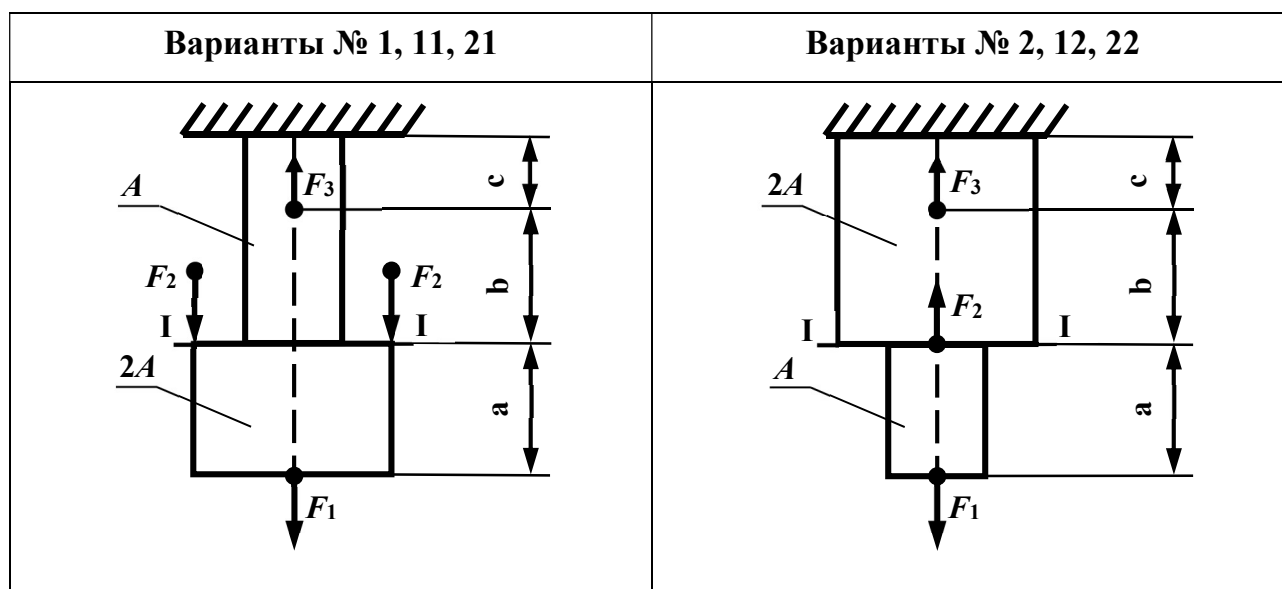


Рис. 4.1. Задание 6. Осевая деформация растяжения-сжатия стержней с учетом собственного веса.

Варианты задания 1-2, 11 – 12, 21 – 22

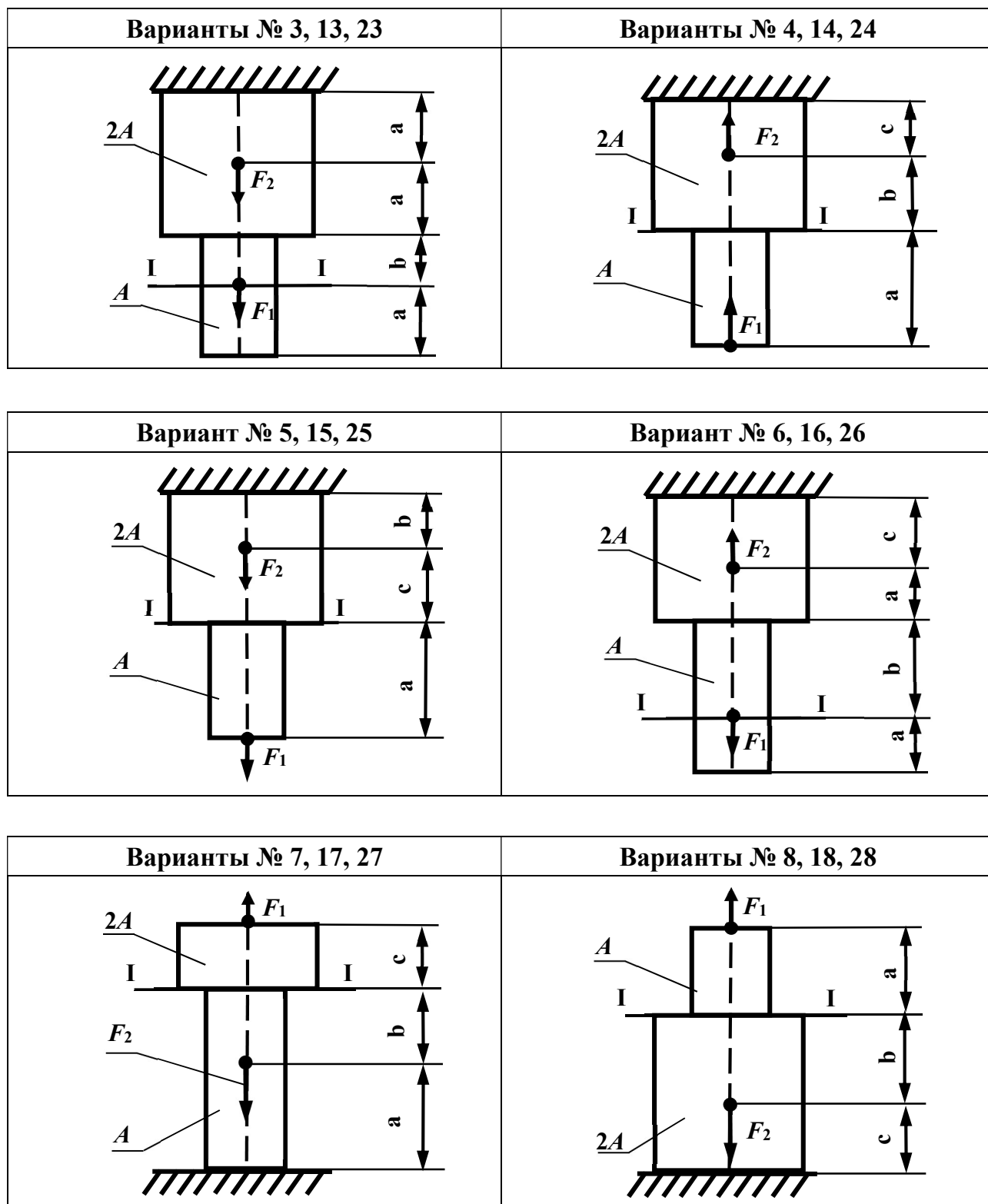


Рис. 4.2. Задание 6. Осевая деформация растяжения-сжатия стержней с учетом собственного веса.

Варианты задания 3-8, 13 – 18, 23 – 28

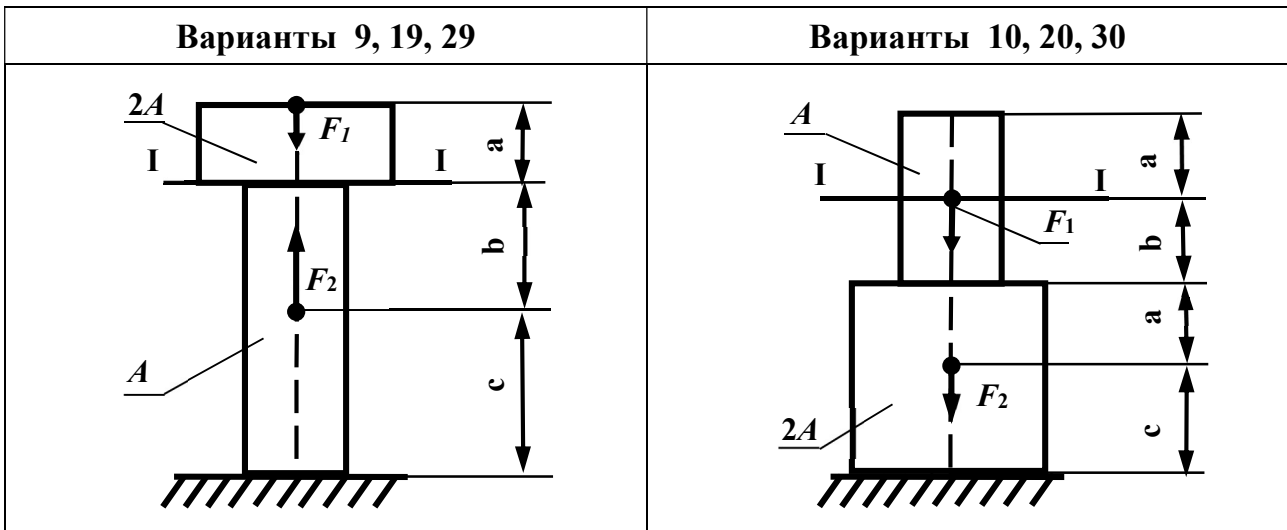


Рис. 4.3. Задание 6. Осевая деформация растяжения-сжатия стержней с учетом собственного веса.  
Варианты задания 9-10, 19 – 20, 29 – 30

Таблица 4.1

**Исходные данные задания 6. Деформация растяжения – сжатия**

Номер варианта задания	$a$ , м	$b$ , м	$c$ , м	$A$ , см <sup>2</sup>	$F_1$ , кН	$F_2$ , кН
1	2,0	1,0	1,5	50	30	17
2	1,5	1,7	2,0	10	32	45
3	1,2	2,3	2,0	12	34	55
4	1,0	2,5	1,6	60	36	10
5	2,0	3,0	2,2	20	40	35
6	1,0	2,5	1,6	25	22	70
7	1,1	2,2	3,0	30	20	26
8	1,2	2,3	1,4	35	18	38
9	1,4	2,1	1,6	40	16	90
10	1,5	1,0	1,8	45	12	54
11	1,6	1,1	2,0	14	10	25
12	1,0	1,2	2,2	36	25	10
13	2,5	1,8	2,4	38	32	55
14	2,4	2,0	1,0	22	36	42
15	2,2	2,4	1,4	24	42	12
16	2,1	2,2	3,5	26	52	75

Номер варианта задания	$a$ , м	$b$ , м	$c$ , м	$A$ , см <sup>2</sup>	$F_1$ , кН	$F_2$ , кН
17	1,0	2,1	3,0	30	40	65
18	1,0	3,5	2,2	28	55	10
19	1,8	3,0	1,4	32	65	18
20	1,5	1,1	2,0	45	60	22
21	1,5	1,0	1,8	44	50	10
22	2,0	1,8	1,0	25	22	58
23	1,6	2,0	1,6	45	30	33
24	1,4	2,5	3,0	55	45	16
25	1,0	2,2	1,4	16	48	50
26	1,3	2,2	3,0	22	50	14
27	1,5	1,8	2,4	40	60	22
28	2,0	1,5	1,0	36	35	40
29	2,5	2,0	1,8	48	14	30
30	2,2	3,0	2,5	15	27	45

**Пример выполнения задания 6. Деформация растяжения-сжатия стержня с учетом собственного веса.**

Стальной стержень ( $E=2 \cdot 10^5$  МПа) находится под действием продольной силы  $F$  и собственного веса ( $\gamma = 77$  кН/м<sup>3</sup> - удельный вес материала). Построить эпюру продольных усилий  $N_x$ , эпюру нормальных напряжений  $\sigma_x$ , эпюру перемещений  $U_x$ . Вычислить перемещение сечения  $\delta_{I-I}$ .

Дано:  $A = 60$  см<sup>2</sup> =  $60 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>,  $a = 1,0$  м,  $b = 1,5$  м,  $c = 2,5$  м,  $F = 40$  кН

*Решение*

1. Условно разделим стальной стержень на 3 участка (рис. 4.4), вычислим вес каждого участка:

$$G_a = 2 \cdot A \cdot a \cdot \gamma = 2 \cdot 60 \cdot 10^{-4} \cdot 77 \cdot 1,0 = 9240 \cdot 10^{-4} \text{ кН} = 0,92 \text{ кН};$$

$$G_b = 2 \cdot A \cdot b \cdot \gamma = 2 \cdot 60 \cdot 10^{-4} \cdot 77 \cdot 1,5 = 1,39 \text{ кН};$$

$$G_c = A \cdot c \cdot \gamma = 60 \cdot 10^{-4} \cdot 77 \cdot 2,5 = 1,16 \text{ кН}.$$

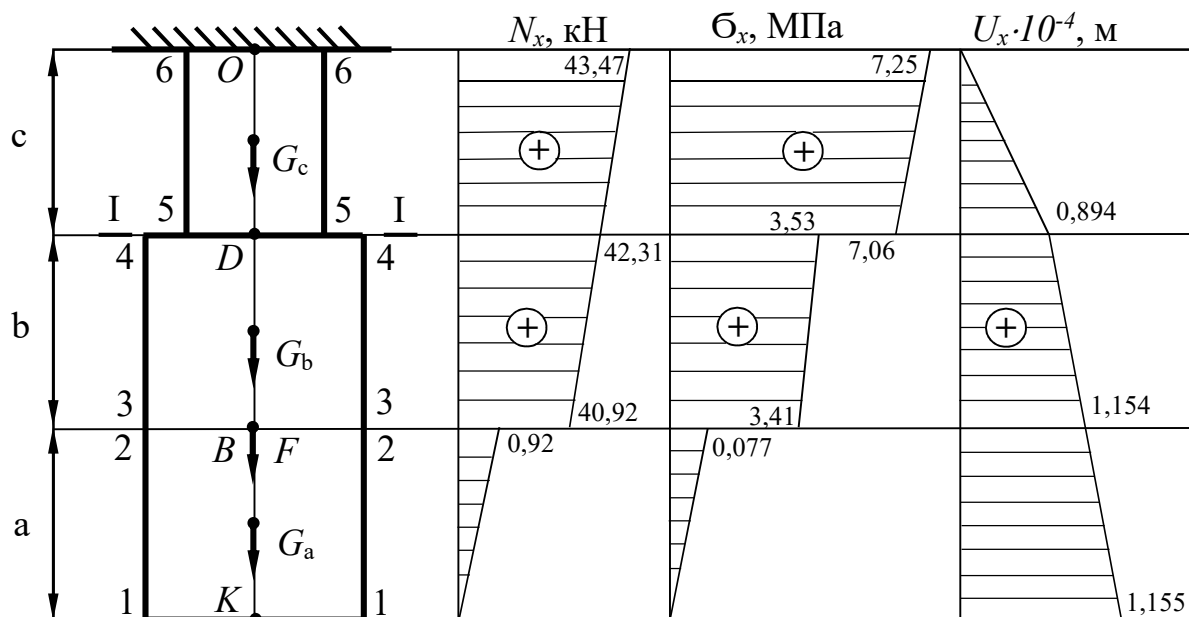


Рис. 4.4. Пример построения эпюр продольных сил  $N_x$ , нормальных напряжений  $\sigma_x$ , осевых перемещений  $U_x$

2. Проверим целесообразность учёта собственного веса в данной задаче.

Суммарный вес стержня:  $\sum G = G_A + G_B + G_C = 0,92 + 1,39 + 1,16 = 3,47 \text{ кН}$ .

Заданная нагрузка  $F=40 \text{ кН}$ . Вычислим процент, который составит суммарный вес стержня к заданной величине силы:

$$\delta = \frac{\sum G \cdot 100\%}{F} = \frac{3,47 \text{ кН} \cdot 100\%}{40 \text{ кН}} = 8,68\% ;$$

$\delta = 8,68\% > [5\%]$ , следовательно, собственный вес стержня учитывать необходимо.

3. Вычислим продольные усилия  $N_x$ , нормальные напряжения  $\sigma_x$  и построим эпюры « $N_x$ », « $\sigma_x$ » в выбранном масштабе, (+) – деформация растяжения, (–) – деформация сжатия.

Участок 1-2:  $N_{1-1} = 0$  ;  $N_{2-2} = G_A$

	$N$	$\sigma$
1 – 1	0	0
2 – 2	0,92	0,077

$$\sigma_{1-1} = \frac{N_{1-1}}{2 \cdot A} = 0$$

$$\sigma_{2-2} = \frac{N_{2-2}}{2 \cdot A} = \frac{0,92 \cdot 10^3 \text{ Н}}{2 \cdot 60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 0,077 \text{ МПа}$$



Участок 3-4:  $N_{3-3} = G_A + F$ ;  $N_{4-4} = G_A + G_B + F$ .

	$N$	$\sigma$
3 – 3	40,92	3,41
4 – 4	42,31	3,53

$$\sigma_{3-3} = \frac{N_{3-3}}{2 \cdot A} = \frac{40,92 \cdot 10^3 \text{ Н}}{2 \cdot 60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 3,41 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{4-4} = \frac{N_{4-4}}{2 \cdot A} = \frac{42,31 \cdot 10^3 \text{ Н}}{2 \cdot 60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 3,53 \text{ МПа};$$

Участок 5-6:  $N_{5-5} = G_A + G_B + F$ ;  $N_{6-6} = G_A + G_B + G_C + F$ .

	$N$	$\sigma$
5 – 5	42,31	7,06
6 – 6	43,47	7,25

$$\sigma_{5-5} = \frac{N_{5-5}}{A} = \frac{42,31 \cdot 10^3 \text{ Н}}{60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 7,06 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{6-6} = \frac{N_{6-6}}{A} = \frac{43,47 \cdot 10^3 \text{ Н}}{60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 7,25 \text{ МПа}.$$

По полученным данным строим эпюры в выбранном масштабе, в данном случае все участки растянуты, следовательно, произошла деформация растяжения (+).

4. Вычислим перемещение сечения I-I:  $\delta_{I-I} = \Delta c$ ; – равно сумме перемещений деформаций участков. Используем развернутый закон Гука для определения деформации (удлинения) каждого участка:

$$\Delta l = \frac{Nl}{EA};$$

$$\Delta l = \Delta a + \Delta b + \Delta c,$$

$$\text{где } \Delta a = \frac{\frac{G_a}{2} \cdot a}{E \cdot 2A} = \frac{\frac{0,92}{2} \cdot 10^{-3} \text{ МН} \cdot 1 \text{ м}}{2 \cdot 10^5 \text{ МПа} \cdot 2 \cdot 60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 0,00192 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$\Delta b = \frac{(G_a + F + \frac{G_b}{2}) \cdot b}{E \cdot 2A} = 0,26 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$\Delta c = \frac{(G_a + F + G_b + \frac{G_c}{2}) \cdot c}{E \cdot A} = 0,894 \cdot 10^{-4} \text{ м},$$

тогда:

$$\Delta l = 0,00192 \cdot 10^{-4} + 0,26 \cdot 10^{-4} + 0,894 \cdot 10^{-4} = 1,156 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

Для построения эпюры перемещений  $U_x$ , рассмотрим перемещение поперечного сечения стержня в характерных точках: О, В, С, К.

$$U_0 = 0;$$

$$U_D = U_0 + \Delta c = 0,894 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$U_B = U_D + \Delta b = 1,154 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$U_K = U_B + \Delta a = 1,155 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$$

Перемещение сечения I-I:  $\delta_{I-I} = \Delta c = 0,894 \cdot 10^{-4} \text{ м}$  – происходит за счёт растяжения верхнего участка «с».

При заданной схеме происходит удлинение стержня на длину  $\Delta l = 1,155 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ .

#### 4.4. Деформация кручения вала

*Деформация кручения* возникает при действии на вал пар сил, действующих в плоскостях, перпендикулярных к его продольной оси.

При расчетах вала на кручение выполняются следующие условия прочности и жесткости:  $\tau_{\max} \leq \tau_{\text{adm}}$ ,  $\varphi_{\max} \leq \varphi_{\text{adm}}$ , где  $\tau_{\max}$  – максимальное касательное напряжение,  $\varphi_{\max}$  – максимальный угол закручивания вала.

Для определения максимального касательного напряжения и максимального угла закручивания необходимо иметь представление о том, как

изменяется величина крутящего момента по длине вала. Текущие значения крутящих моментов определяются графиками их изменения, называемыми эпюрами. Вал по длине делится на участки вертикальными линиями, проведенными через те сечения, где приложены моменты пар сил. На каждом участке крутящий момент имеет постоянное значение и равен алгебраической сумме моментов относительно продольной оси, приложенных слева от сечения, проведенного условно на данном участке, или же приложенных справа от этого сечения.

Правило знаков: момент в сечении считается положительным, если, смотря на торцевое крайнее правое сечение вала, момент направлен по ходу часовой стрелки. Параллельно продольной оси вала проводится нулевая линия, от которой положительные моменты откладываются вверх, отрицательные – вниз в выбранном масштабе. Эпюра штрихуется вертикальными линиями.

Диаметр сечения вала определяется из условия прочности:

$$\tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{W_p} \leq \tau_{\text{adm}}, \text{ где } T_{\max} \text{ – максимальный крутящий момент из эпюры } T;$$

$$W_p = \frac{J_p}{d/2} = \frac{(\pi d^4/32)}{(d/2)} = \frac{\pi d^3}{16} \text{ – полярный момент сопротивления сечения.}$$

Исходя из условия прочности  $\frac{\pi d^3}{16} \geq \frac{T_{\max}}{\tau_{\text{adm}}}$  можно определить диаметр

вала:  $d \geq \sqrt[3]{\frac{16T_{\max}}{\pi\tau_{\text{adm}}}}$ . Углы закручивания вала на отдельных участках

определяются по формуле:  $\varphi = \frac{Tl}{GJ_p}$ , где  $T$  – крутящий момент на

рассматриваемом участке вала, взятый из эпюры моментов;  $l$  – длина участка

вала;  $GJ_p$  – жесткость вала при кручении;  $G$  – модуль сдвига;  $J_p = \frac{\pi d^4}{32}$  –

полярный момент инерции поперечного сечения вала.

При построении эпюры углов закручивания вала необходимо помнить, что полный угол закручивания равен алгебраической сумме углов закручивания вала на отдельных участках. Значения углов закручивания в промежуточных сечениях определяются по формуле:  $\alpha_{\text{прав}} = \alpha_{\text{лев}} + \varphi$ , где  $\alpha_{\text{лев}}$  – суммарный угол закручивания всех участков, которые находятся слева от рассматриваемого участка;  $\varphi$  – угол закручивания на данном участке. Для определения максимального относительного угла закручивания определяют углы для каждого участка по формуле:  $\theta = \frac{\varphi}{l}$ , где  $l$  – длина рассматриваемого участка.

#### 4.5. Задание 7. Деформация кручения статически неопределимого вала

К стальному валу приложены три известных момента:  $T_1=1100 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $T_2=1400 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $T_3 = 1800 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $a = 1,1 \text{ м}$ ,  $b = 1,4 \text{ м}$ ,  $c = 1,8 \text{ м}$  (рис. 4.7).

Требуется:

1. Установить, при каком значении момента  $X$  угол закручивания правого концевого сечения вала равен нулю.
2. Построить эпюру крутящих моментов.
3. При заданном значении  $\tau_{\text{adm}}$  определить диаметр вала из расчета на прочность и округлить его величину до ближайшего большего, соответственно, равного 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100 мм.
4. Построить эпюру углов закручивания.
5. Найти наибольший относительный угол закручивания и проверить вал на жесткость при  $\theta_{\text{adm}} = 1,5 \text{ град/м}$ .

Варианты заданий даны на рис. 4.5, 4.6. Исходные данные приведены в табл. 4.2.

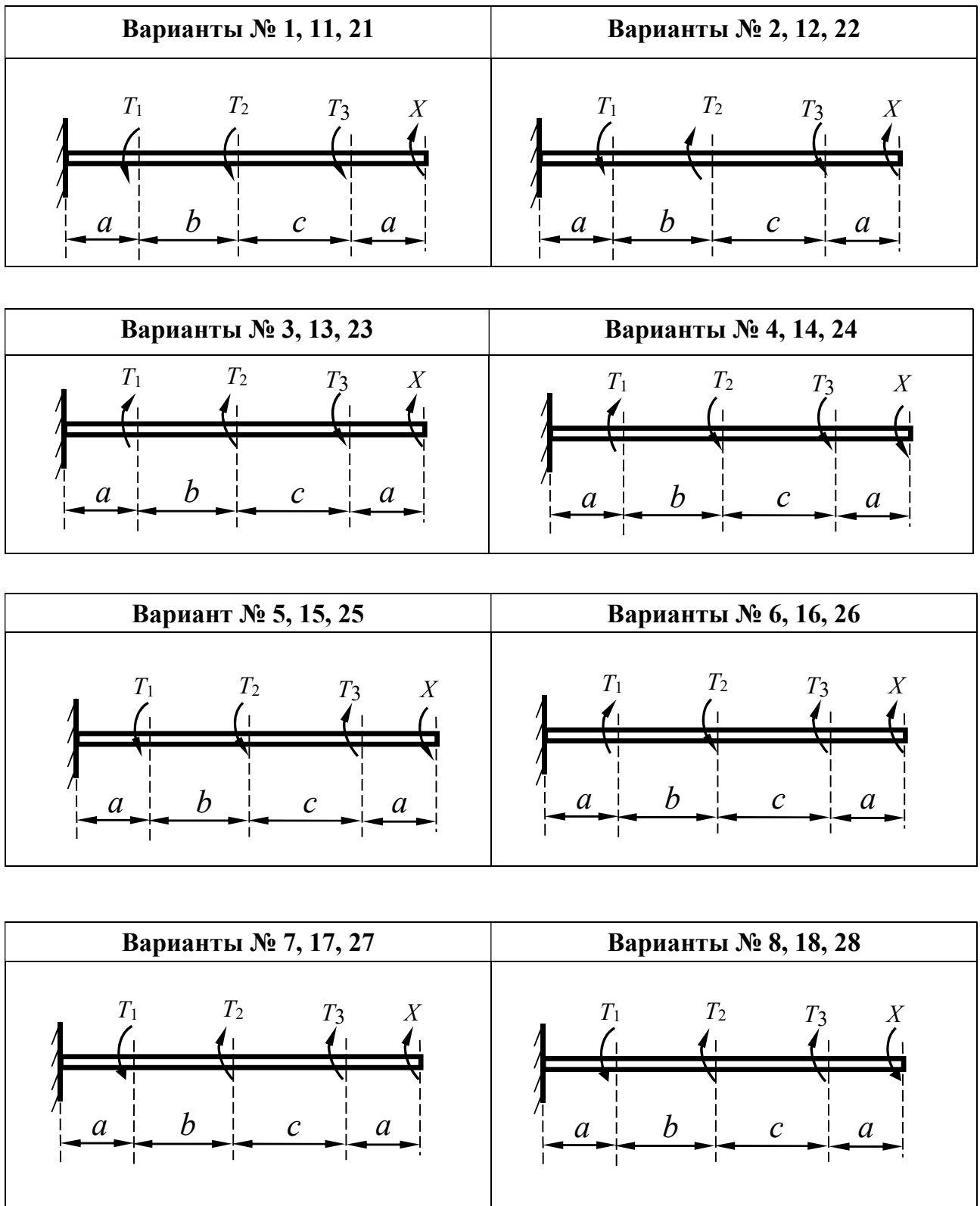


Рис. 4.5. Задание 7. Деформация кручения статически неопределимого вала.  
Варианты задания 1-8, 11 – 18, 21 – 28

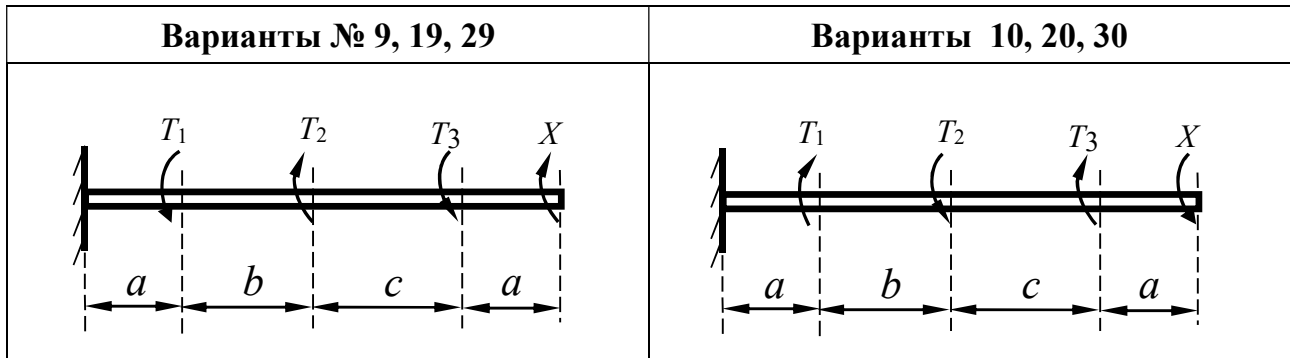


Рис. 4.6. Задание 7. Деформация кручения статически неопределимого вала.  
Варианты задания 9-10, 19 – 20, 29 – 30

Таблица 4.2

### Исходные данные задания 7. Деформация кручения вала

Номер варианта задания	Расстояние, м			Момент, Н·м			$\tau_{adm}$ , МПа
	$a$	$b$	$c$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	
<b>1</b>	1,1	1,2	1,1	1100	1000	1200	35
<b>2</b>	1,2	1,3	1,2	1200	1100	1000	40
<b>3</b>	1,3	1,4	1,3	1300	1200	1100	45
<b>4</b>	1,4	1,5	1,4	1400	1300	1200	50
<b>5</b>	1,5	1,6	1,5	1500	1400	1300	55
<b>6</b>	1,6	1,7	1,6	1600	600	1500	60
<b>7</b>	1,7	1,8	1,7	1700	700	1600	65
<b>8</b>	1,8	1,9	1,8	1800	800	1700	70
<b>9</b>	1,9	2,0	1,9	1900	900	1800	75
<b>10</b>	1,6	1,7	1,6	1600	600	1500	60
<b>11</b>	1,7	1,8	1,7	1700	700	1600	65
<b>12</b>	1,8	1,9	1,8	1800	800	1700	70
<b>13</b>	1,9	2,0	1,9	1900	900	1800	75
<b>14</b>	2,0	2,1	2,0	2000	1000	2100	80
<b>15</b>	1,2	1,9	1,1	1000	1200	1300	45
<b>16</b>	1,3	1,8	1,2	1000	1500	1000	40

Номер варианта задания	Расстояние, м			Момент, Н·м			$\tau_{adm}$ , МПа
	$a$	$b$	$c$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	
17	1,4	1,7	1,3	1200	1300	1000	55
18	1,5	1,6	1,4	1400	1600	900	50
19	1,6	1,5	1,8	1600	1800	700	65
20	1,7	1,4	2,0	1800	2000	500	60
21	1,8	1,3	2,1	2000	1900	1400	75
22	1,9	1,2	2,2	1900	1700	1200	70
23	2,0	1,1	2,3	1700	1500	1000	35
24	2,1	1,0	2,4	1500	1300	800	40
25	2,2	1,2	2,0	1300	1100	600	45
26	2,3	1,4	2,2	1100	900	400	50
27	1,0	1,6	2,1	1000	700	200	55
28	1,2	1,4	1,6	900	500	1900	60
29	1,4	1,2	1,8	800	1000	1700	65
30	1,6	1,0	1,9	700	1100	1500	70

**Пример выполнения задания 7. Деформация кручения статически неопределимого вала**

Задача является статически неопределимой, так как невозможно определить из одного уравнения равновесия два неизвестных момента  $T_p$  и  $X$ .

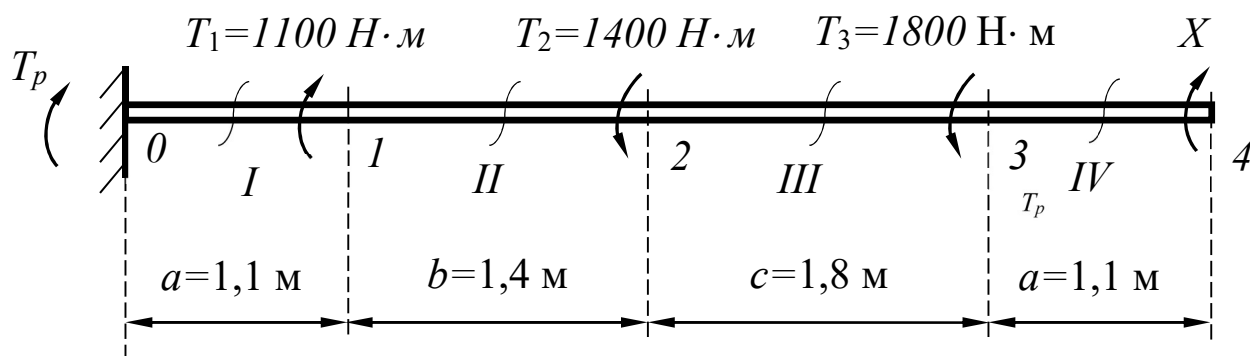


Рис. 4.7. Стальной вал

### Решение

1. Для решения составим одно уравнение статики и одно уравнение совместности деформации. Уравнение статики представляем в виде уравнения моментов относительно продольной оси вала:

$$\sum T = T_p + T_1 - T_2 - T_3 + X = 0.$$

Угол закручивания правого концевого сечения может быть выражен как алгебраическая сумма взаимных углов закручивания сечений отдельных участков под действием каждого из моментов в отдельности:

$$\sum \varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 = 0,$$

где  $\varphi_1$  – угол закручивания вала на участке 0-1 под действием момента  $T_1$ ;  $\varphi_2$  – угол закручивания вала на участке под действием момента  $T_2$ ;  $\varphi_3$  – угол закручивания вала на участке под действием момента  $T_3$ ;  $\varphi_4$  – угол закручивания вала на участке 3-4 под действием неизвестного момента  $X$ .

При этом

$$\varphi_1 = \frac{T_1 a}{GJ_p}; \quad \varphi_2 = -\frac{T_2(a+b)}{GJ_p}; \quad \varphi_3 = -\frac{T_3(a+b+c)}{GJ_p}; \quad \varphi_4 = \frac{X(2a+b+c)}{GJ_p}.$$

$$\begin{aligned} \sum \varphi &= \frac{T_1 a}{GJ_p} - \frac{T_2(a+b)}{GJ_p} - \frac{T_3(a+b+c)}{GJ_p} + \frac{X(2a+b+c)}{GJ_p} = \\ &= T_1 a - T_2(a+b) - T_3(a+b+c) + X(2a+b+c) = 0. \end{aligned}$$

Подставив данные, получим:  $1100 \cdot 1,1 - 1400 \cdot 2,5 - 1800 \cdot 4,3 + X \cdot 5,4 = 0$ ;

откуда  $X = \frac{-1210 + 3500 + 7740}{5,4} = 1857 \text{ Н} \cdot \text{м}.$

Реактивный момент находим из уравнения статики:

$$T_p = -T_1 + T_2 + T_3 - X;$$

$$T_p = -1100 + 1400 + 1800 - 1857 = 243 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

2. Для построения эпюры моментов (рис. 4.8) определяем значения моментов методом сечений.



В сечении IV-IV  $T_{IV} = 1857 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

В сечении III-III  $T_{III} = 1857 - 1800 = 57 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

В сечении II-II  $T_{II} = 1857 - 1800 - 1400 = -1343 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

В сечении I-I  $T_I = 1857 - 1800 - 1400 + 1100 = -243 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

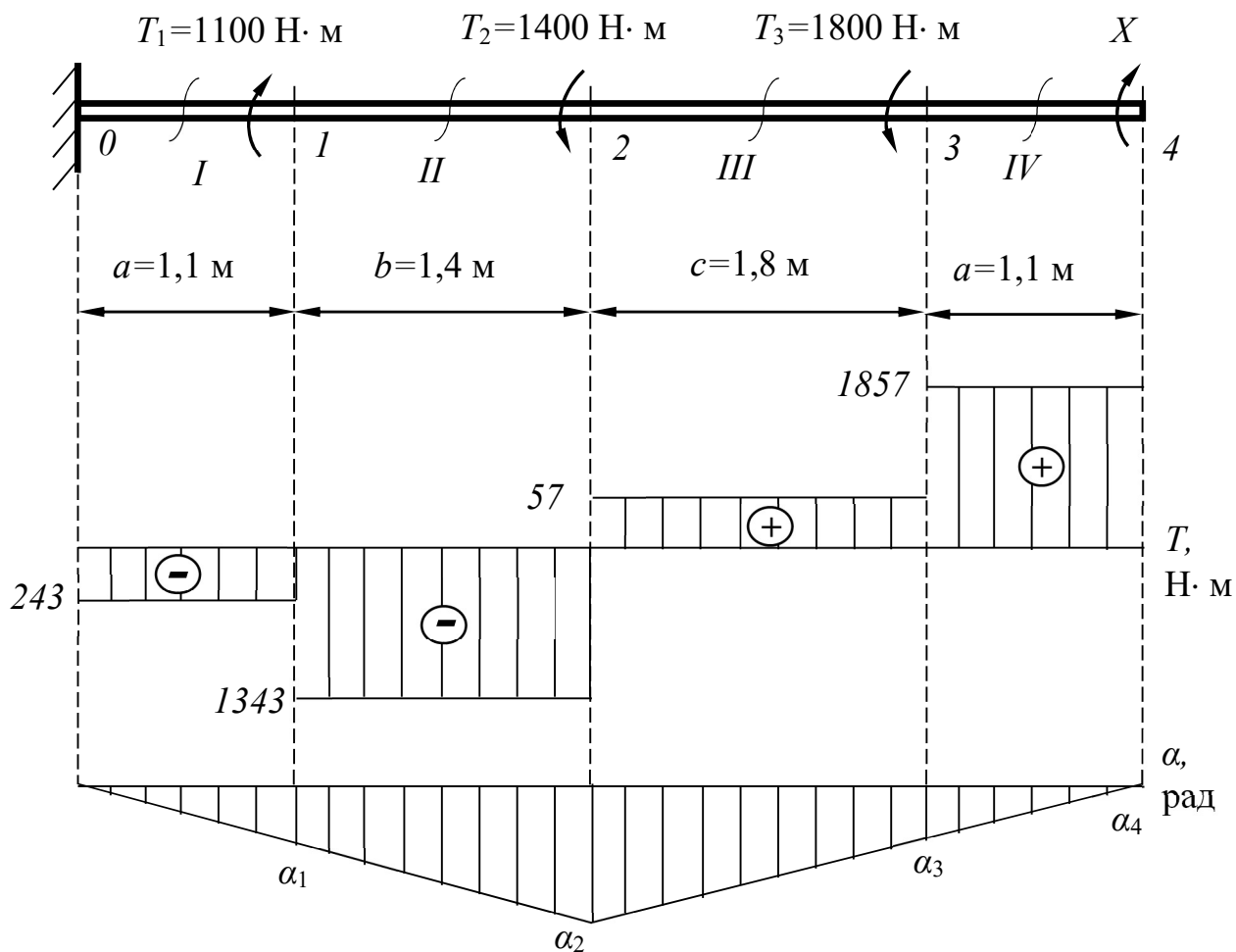


Рис. 4.8. Пример построения эпюр крутящих моментов  $T$ , углов закручивания вала  $\alpha$

3. Найдем полярный момент инерции сечения:

$$W_P \geq \frac{|T_{\max}|}{\tau_{\text{adm}}} \geq \frac{1857}{60 \cdot 10^6} \geq 30,95 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3,$$

где  $\tau_{\text{adm}} = 60 \text{ МПа}$ ;  $T_{\max} = 1857 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

Из соотношения  $W_P = \frac{\pi d^3}{16}$  найдем диаметр вала:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W_P}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 30,95 \cdot 10^{-6}}{3,14}} = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 55 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр вала равным 60 мм.

4. Найдем углы закручивания вала  $\varphi$  на участках I, II, III, IV.

Полярный момент инерции сечения будет:

$$J_p = \frac{3,14 \cdot 6^4}{32} = 127,2 \text{ см}^4 = 127,2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4.$$

$$\varphi_I = \frac{T_I a}{G J_p} = -\frac{243 \cdot 10^{-6} \cdot 1,1}{8 \cdot 10^4 \cdot 127,2 \cdot 10^{-8}} = -0,0026 \text{ рад};$$

$$\varphi_{II} = \frac{T_{II} b}{G J_p} = -\frac{-1343 \cdot 10^{-6} \cdot 1,4}{8 \cdot 10^4 \cdot 127,2 \cdot 10^{-8}} = -0,0185 \text{ рад};$$

$$\varphi_{III} = \frac{T_{III} c}{G J_p} = \frac{57 \cdot 10^{-6} \cdot 1,8}{8 \cdot 10^4 \cdot 127,2 \cdot 10^{-8}} = 0,0010 \text{ рад};$$

$$\varphi_{IV} = \frac{T_{IV} a}{G J_p} = \frac{1857 \cdot 10^{-6} \cdot 1,1}{8 \cdot 10^4 \cdot 127,2 \cdot 10^{-8}} = 0,0200 \text{ рад.}$$

В месте жёсткой заделки в сечении 0 вал неподвижен. Найдем углы закручивания вала в сечениях I, II, III, IV:

$$\alpha_1 = \alpha_0 + \varphi_I = 0 - 0,0026 \text{ рад};$$

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \varphi_{II} = -0,0026 - 0,0185 = -0,0211 \text{ рад};$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 + \varphi_{III} = -0,0211 + 0,001 = -0,0201 \text{ рад};$$

$$\alpha_4 = \alpha_3 + \varphi_{IV} = -0,0201 + 0,02 = -0,0001 \approx 0 \text{ рад.}$$

Строим эпюру углов закручивания (см. рис. 4.8). Далее определим относительный угол закручивания на каждом участке:

$$\theta_I = \frac{\varphi_I}{1,1} = -\frac{0,0026}{1,1} = -0,0023 \text{ рад/м};$$

$$\theta_{II} = \frac{\varphi_{II}}{1,4} = -\frac{0,0185}{1,4} = -0,0132 \text{ рад/м};$$

$$\theta_{III} = \frac{\varphi_{III}}{1,8} = \frac{0,0010}{1,8} = 0,0006 \text{ рад/м};$$

$$\theta_{IV} = \frac{\varphi_{IV}}{1,1} = \frac{0,0200}{1,1} = 0,0182 \text{ рад/м}.$$

5. Наибольшим является относительный угол закручивания на участке 3-4:

$$\theta_{\max} = 0,0182 \text{ рад/м} = 0,0182 \frac{180^\circ}{\pi} = 1,04 \text{ град/м}.$$

Таким образом,  $\theta_{\max} = 1,04 \text{ град/м} < \theta_{\text{adm}} = 1,5 \text{ град/м}$ , т. е. условие жесткости выполняется.

#### 4.6. Деформация поперечного изгиба балок

##### Основные понятия

*Деформация поперечного изгиба* может возникнуть от любых нагрузок, если линии действия этих нагрузок находятся в плоскости, проходящей через продольную ось балки. Если в такой плоскости располагается одна из главных осей инерции поперечного сечения, то возникает деформация плоского изгиба.

Балки своими концами могут быть закреплены на шарнирных неподвижных и подвижных опорах или опоре в виде жесткой заделки.

##### Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов

От действия внешних нагрузок в поперечных сечениях балок возникают внутренние силовые факторы – *поперечные силы* и *изгибающие моменты*. Для их нахождения пользуемся методом сечений и, применяя равновесие сил, приводим внешние нагрузки к центру тяжести поперечного сечения.

Поперечная сила  $Q_x$  в любом сечении равна *алгебраической сумме* проекций всех внешних сил, приложенных с одной стороны от рассматриваемого сечения, на ось, перпендикулярную к продольной оси балки.

Изгибающий момент  $M_x$  в любом сечении равен *алгебраической сумме* моментов всех сил, действующих с одной стороны от рассматриваемого сечения балки, относительно центра тяжести сечения.

*Правило знаков для  $Q_x$  и  $M_x$*  (см. рис. 4.9, 4.10):

1) поперечная сила считается положительной, если она сдвигает левую часть балки от сечения вверх, а правую часть балки вниз;

2) изгибающий момент в сечении считается положительным, если он изгибает балку выпуклостью вниз; при изгибе балки выпуклостью вверх изгибающий момент считается отрицательным.

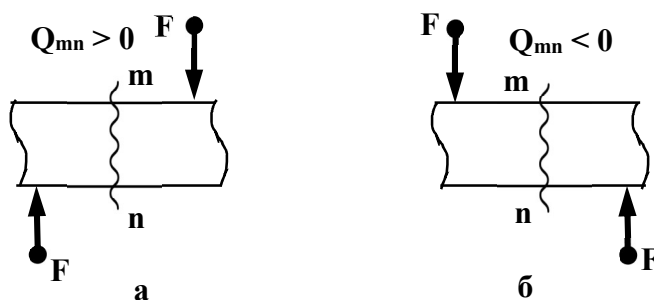


Рис. 4.9. Правило знаков при построении эпюр поперечных сил  $Q_x$

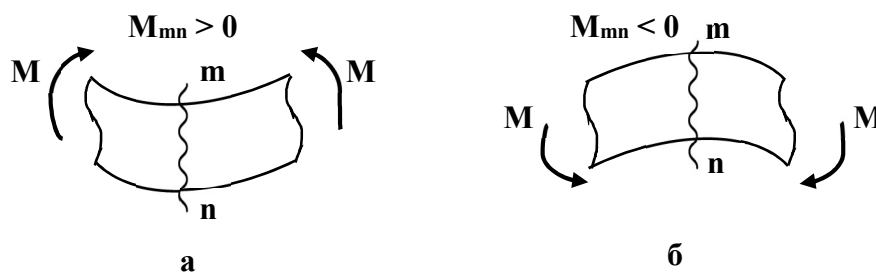


Рис. 4.10. Правило знаков при построении эпюр изгибающих моментов  $M_x$

Уравновесить момент внешних сил может только момент внутренних сил упругости, который образован силами, направленными нормально к сечению балки. Поперечная сила может быть уравновешена силой, которая является равнодействующей внутренних сил упругости, расположенных в плоскости сечения балки.

Таким образом, нормальные напряжения, возникающие в поперечных сечениях балок, зависят от величины изгибающих моментов в этих сечениях, а касательные напряжения – от величины поперечных сил в этих сечениях. Эту зависимость в общем виде можно записать:

$$\sigma = f_1(M_x); \quad \tau = f_2(Q_x).$$

То есть для определения напряжений в поперечных сечениях необходимо знать законы изменения  $Q_x$  и  $M_x$  по длине балок. Для этого строят два графика, называемых *эпюрами поперечных сил и изгибающих моментов*.

*Порядок построения эпюр  $Q_x$  и  $M_x$  сводится к следующему:*

1. Заданная балка вычерчивается в выбранном масштабе с указанием размеров и нагрузок.

2. С помощью уравнений равновесия статики определяют реакции опор с обязательной последующей проверкой.

3. Балка разбивается на отдельные участки. Каждый участок имеет свой закон изменения нагрузки.

4. Для каждого участка записываются уравнения для определения  $Q_x$  и  $M_x$ .

5. Вычисляют ординаты  $Q_x$  и  $M_x$  по составленным для отдельных участков уравнениям;

6. Строят в принятом масштабе эпюры  $Q_x$  и  $M_x$ .

Положительные значения найденных величин откладываются выше нулевой линии эпюры, а отрицательные – ниже ее.

Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов можно выполнить, применяя следующие **контрольные правила** для построения эпюр:

1. На концевых шарнирных опорах  $Q_x$  равны реакциям, а  $M_x$  равны нулю, если на опорах не приложены пары с моментами  $M$ .

2. На участках балки, где отсутствует распределенная нагрузка,

поперечная сила постоянна, а изгибающий момент изменяется по линейному закону.

3. На участках, где приложена равномерно распределенная нагрузка, эпюра  $Q_x$  изменяется по закону прямой наклонной линии, а эпюра  $M_x$  – по закону квадратичной параболы. В том сечении, где эпюра  $Q_x$  пересекается с нулевой линией, на эпюре  $M_x$  наблюдается экстремальное значение момента (вершина параболы).

4. На участках, где приложена нагрузка, изменяющаяся по закону треугольника, эпюра  $Q_x$  изменяется по закону квадратичной параболы, а эпюра  $M_x$  – по закону кубической параболы.

5. В тех сечениях, где приложены сосредоточенные силы (включая и реакции), на эпюре  $Q_x$  наблюдаются скачки (перепады) на величину этих сил, а на эпюре  $M_x$  – переломы смежных линий.

6. В тех сечениях, где приложены пары с моментами  $M$ , на эпюре  $M_x$  наблюдаются скачки на величину этих моментов.

7. На свободном конце консольной балки поперечная сила  $Q_x$  равна нулю, если в этом месте не приложена сосредоточенная сила; и изгибающий момент  $M_x$  равен нулю, если в этом месте не приложена пара с моментом  $M$ .

8. В жесткой заделке консольной балки  $Q_x$  равна реакции, а изгибающий момент  $M_x$  равен моменту заделки.

#### 4.7. Подбор поперечного сечения балки

Нормальные напряжения при изгибе определяются по формуле:

$$\sigma = \frac{M_x}{J_{\text{н.о.}}} \cdot y, \text{ где } M_x \text{ – изгибающий момент в сечении; } J_{\text{н.о.}} \text{ – момент инерции}$$

сечения относительно нейтральной оси поперечного сечения (нейтральная ось – это ось, в любой точке которой нормальные напряжения всегда равны нулю);

$y$  – расстояние до рассматриваемого волокна от нейтральной оси.

Касательные напряжения при изгибе могут быть определены по формуле

Д. И. Журавского:  $\tau = \frac{Q_x S_{н.о.}}{J_{н.о.} b}$ , где  $Q_x$  – поперечная сила в сечении;  $S_{н.о.}$  –

статический момент площади отсеченной части поперечного сечения выше уровня, на котором определяются касательные напряжения относительно нейтральной оси;  $b$  – ширина сечения на уровне, для которого определяются напряжения.

*Подбор поперечного сечения балки* производится на основании

следующего **условия прочности**:  $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{н.о.}} \leq \sigma_{\text{adm}}$ , откуда  $W_{н.о.} \geq \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{adm}}}$ , где

$M_{\max}$  – максимальный изгибающий момент, взятый из эпюры  $M_x$ ;  $W_{н.о.}$  – момент сопротивления поперечного сечения балки изгибу относительно нейтральной оси;  $\sigma_{\text{adm}}$  – допускаемое нормальное напряжение для материала балки.

После подбора поперечного сечения производится полная проверка балки на прочность по следующим напряжениям:

а) *по рабочим нормальным напряжениям*:  $\sigma_{\text{раб.}} = \frac{M_{\max}}{W_{н.о.}} \leq \sigma_{\text{adm}}$ , где  $W_{н.о.}$  –

момент сопротивления выбранного поперечного сечения;

б) *по максимальным касательным напряжениям*:  $\tau_{\max} = \frac{Q_{\max} S_{н.о.}}{J_{н.о.} b} \leq \tau_{\text{adm}}$ ,

где  $Q_{\max}$  – наибольшая поперечная сила, взятая из эпюры  $Q_x$ ;  $S_{н.о.}$  – статический момент части площади выбранного поперечного сечения, находящейся выше или ниже нейтральной оси, относительно этой оси;  $b$  – ширина сечения на уровне нейтральной оси;  $J_{н.о.}$  – момент инерции выбранного сечения относительно нейтральной оси.

в) по главным напряжениям

Проверка проводится для балок, ширина сечений которых не постоянна. При этой проверке на основании эпюр выбирают *опасное сечение балки*, в котором *одновременно* значения  $Q_x$  и  $M_x$  *большие*. По формулам определения нормальных и касательных напряжений для этого сечения строят эпюры нормальных и касательных напряжений, а затем определяют главные напряжения для характерных волокон сечения по его высоте, пользуясь формулой:  $\sigma_{1,2} = \frac{1}{2}(\sigma \pm \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2})$ .

Для стальных балок определяют расчётное (эквивалентное) напряжение для верхних (нижних), средних, переходных волокон (где резко изменяется ширина сечения) по III или IV теориям прочности.

Проверка прочности сводится к рассмотрению выполнения следующих условий прочности:  $\sigma_p^{III} = \sigma_1 - \sigma_2 \leq \sigma_{adm}$ ,  $\sigma_p^{IV} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2} \leq \sigma_{adm}$ .

#### 4.8. Задание 8. Проверка балки на прочность.

##### Деформация балки при поперечном изгибе

Для расчетной схемы балки необходимо:

- 1) Определить реакции на опорах;
- 2) Построить по длине балки *эпюры* изгибающих моментов  $M_x$  и поперечных сил  $Q_x$ ;
- 3) Подобрать поперечное сечение балки двутаврового (приложение 1) либо швеллерного (приложение 2) профиля при допустимых напряжениях:  $\sigma_{adm} = 160$  МПа;  $\tau_{adm} = 100$  МПа;
- 4) Проверить стальную балку на прочность: а) по рабочим нормальным напряжениям, б) по максимальным касательным напряжениям.

Варианты заданий даны на рис. 4.11 – 4.13. Исходные данные приведены в табл. 4.3.



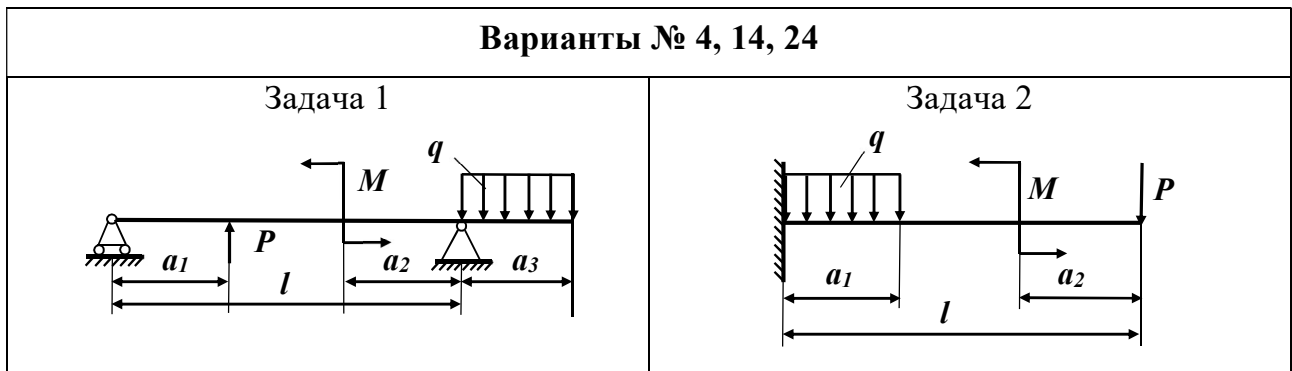
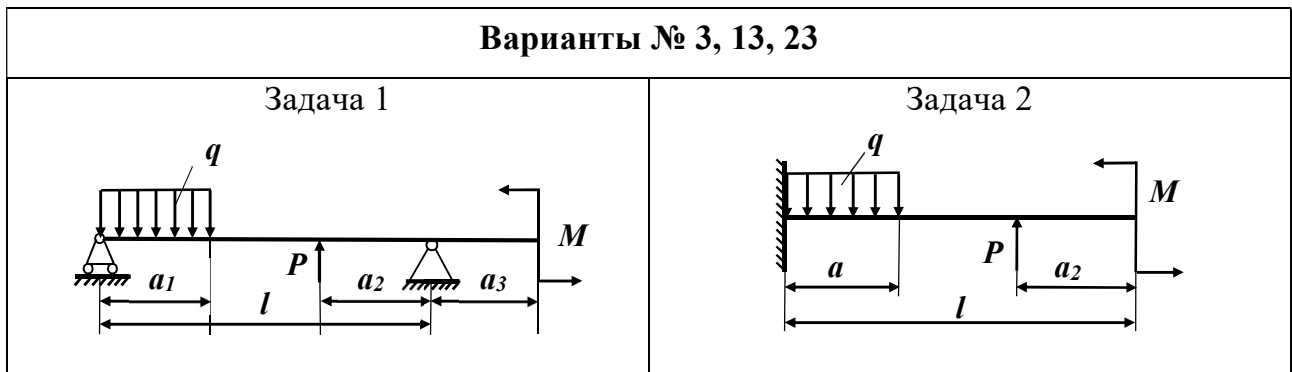
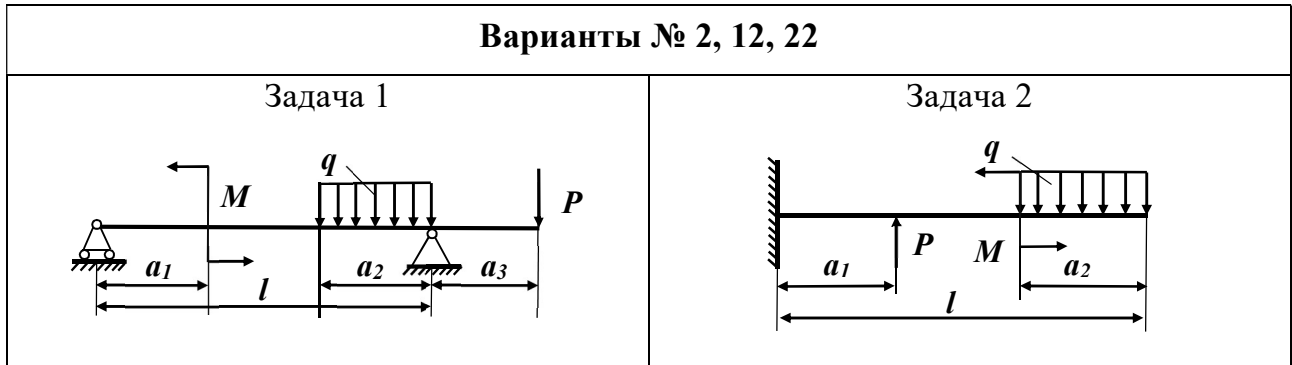
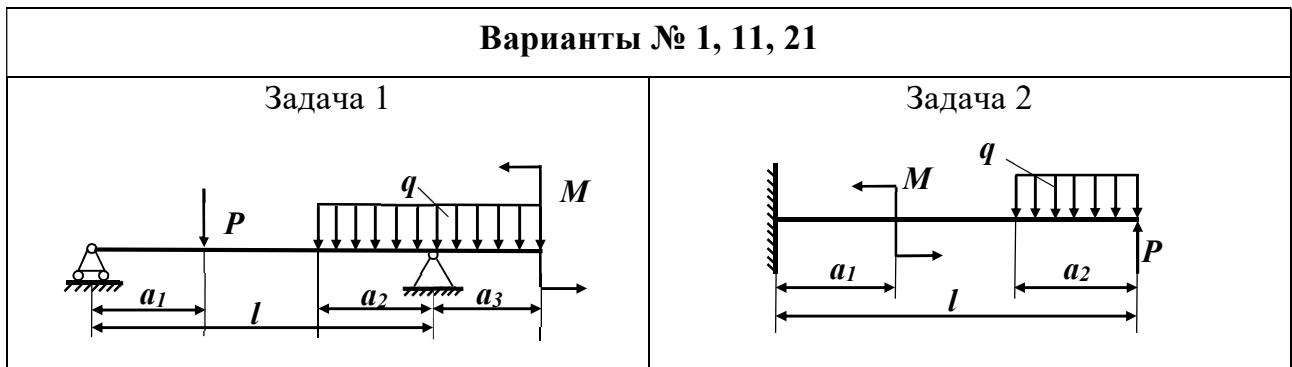


Рис. 4.11. Задание 8. Проверка балки на прочность.  
Деформация балки при поперечном изгибе. Номера вариантов задания 1 – 4,  
11 – 14, 21 – 24

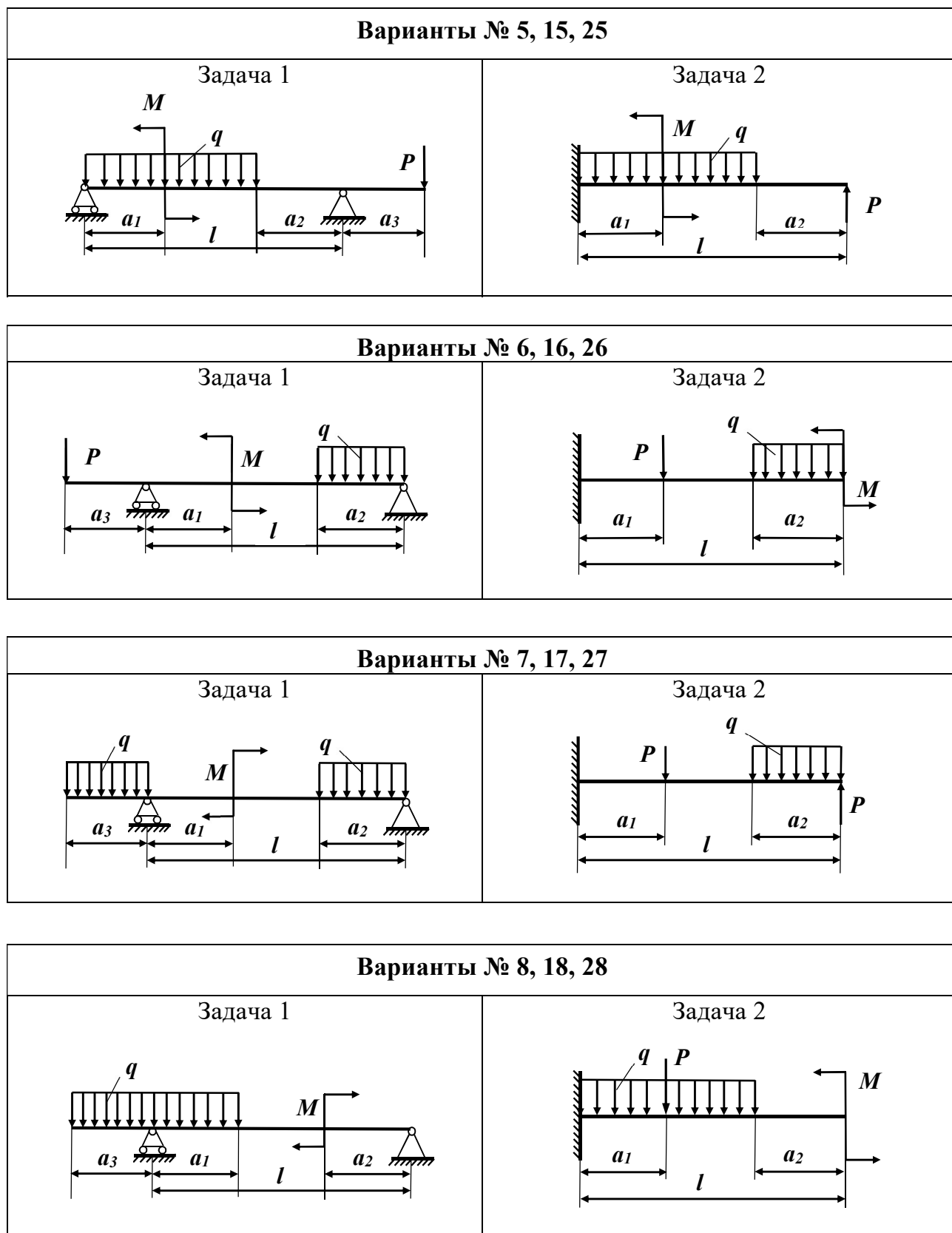


Рис. 4.12. Задание 8. Проверка балки на прочность.  
Деформация балки при поперечном изгибе. Номера вариантов задания 5 – 8,  
15 – 18, 25 – 28

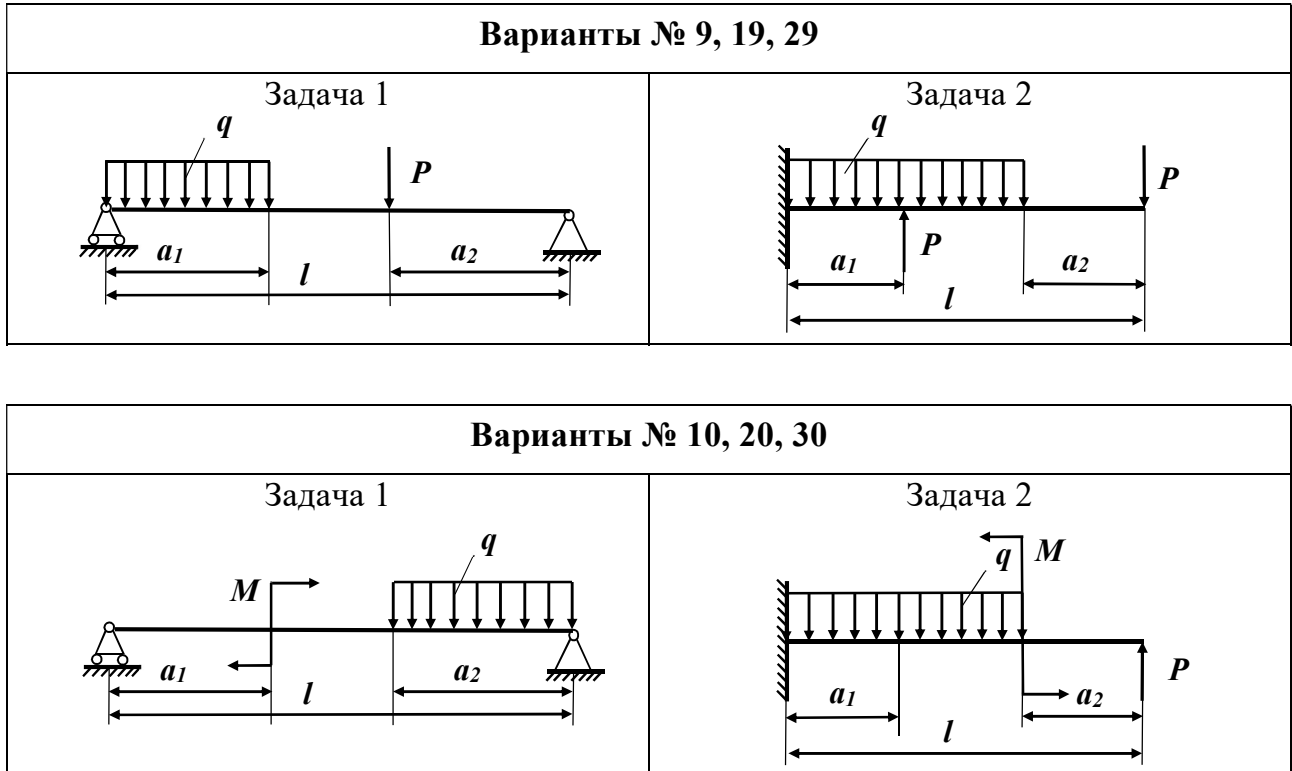


Рис. 4.13. Задание 8. Проверка балки на прочность. Деформация балки при поперечном изгибе. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Таблица 4.3

### Исходные данные задания 8

Номер варианта задания	$l$ , м	$a_1$ , м	$a_2$ , м	$a_3$ , м	$q$ , кН/м	$P$ , кН	$M$ , кН·м
<b>1</b>	1	0,1	0,5	0,4	20	15	7
<b>2</b>	1	0,1	0,5	0,2	15	28	44
<b>3</b>	2	0,15	0,5	1	10	7	25
<b>4</b>	2	0,15	0,5	1,5	5	22	10
<b>5</b>	3	0,4	1	1	4	30	42
<b>6</b>	3	0,4	1	0,5	2	15	62
<b>7</b>	4	0,4	1	1	24	10	6
<b>8</b>	4	0,4	2	0,4	22	35	14
<b>9</b>	5	0,5	2	0,5	20	17	44
<b>10</b>	5	0,5	2	0,5	18	40	26
<b>11</b>	6	1	2	1,2	16	25	28
<b>12</b>	6	1	2,5	1	14	50	2
<b>13</b>	7	1	2,5	0,6	12	36	48

Номер варианта задания	$l$ , м	$a_1$ , м	$a_2$ , м	$a_3$ , м	$q$ , кН/м	$P$ , кН	$M$ , кН·м
14	7	2	2,5	0,3	10	44	35
15	8	2	2,5	0,5	8	50	17
16	8	2	3	0,2	6	42	30
17	9	4	3,5	1,2	7	15	65
18	9	4	4	1	5	28	52
19	10	4	4,5	4	4	15	44
20	10	4,5	4	4,5	2	18	60
21	11	4,5	4	4	35	12	25
22	11	5	4	5	30	52	4
23	12	5	5,5	4,5	42	8	52
24	12	5	3	3	20	44	17
25	13	5	2,5	1	24	32	5
26	13	5	6	4	12	5	36
27	14	5	4	5	10	16	3
28	14	10	1	2	5	34	28
29	15	10	3,5	10	15	6	45
30	15	10	2	10	7	10	55

**Пример выполнения задания 8. Расчет балки на прочность. Консольная балка, сложное сечение**

**Задача 1.** Для расчетной схемы с указанными размерами и нагрузками (рис. 4.14) построить по длине балки эпюры изгибающих моментов и поперечных сил.

Подобрать поперечное сечение балки в двух вариантах:

а) прямоугольного профиля, полагая, что балка деревянная при

$\sigma_{adm} = 10$  МПа; соотношение между размерами сечения принять равным:

$$b:h = 1:2;$$

б) двутаврового профиля (табл. 4.3), материал сталь при  $\sigma_{adm} = 160$  МПа,

$$\tau_{adm} = 96$$
 МПа;

в) провести полную проверку стальной балки на прочность.

*Решение.*

1. Расчёт балки следует начинать с расстановки и определения величины опорных реакций. Величина и направление опорных реакций и реактивных моментов могут быть определены из решения уравнений равновесия. Для плоской системы параллельных сил (поперечный плоский изгиб) условия равновесия описываются двумя уравнениями статики:  $\sum M_A = 0$ ;  $\sum M_B = 0$ .

Рассматриваемая балка (см. рис. 4.14) имеет две шарнирные опоры. В опоре  $A$  (шарнирно-подвижной) возникает одна реакция  $R_A$ , в опоре  $B$  (шарнирно-неподвижной) направление реакции в общем случае неизвестно, поэтому разложим её на две составляющие:  $H_B$  – горизонтальную и  $R_B$  – вертикальную. Все нагрузки действуют перпендикулярно продольной оси балки, поэтому из уравнения проекций на горизонтальную ось  $x$  получается, что составляющая  $H_B = 0$ . Запишем уравнения моментов сил относительно опоры  $B$ :

$$\sum M_B = 0, \quad M_1 - R_A \cdot 5 + F \cdot 3 - M_2 + q \cdot 3 \cdot 0,5 = 0.$$

Решаем уравнение относительно  $R_A$ :

$$R_A = \frac{M_1 + F \cdot 3 - M_2 + q \cdot 3 \cdot 0,5}{5} = \frac{30 + 60 \cdot 3 - 50 + 20 \cdot 1,5}{5} = 38 \text{ кН}.$$

Запишем уравнения моментов сил относительно опоры  $A$ :

$$\sum M_A = 0, \quad R_B \cdot 5 - q \cdot 3 \cdot 4,5 - M_2 - F \cdot 2 + M_1 = 0.$$

Решаем уравнение относительно  $R_B$ :

$$R_B = \frac{q \cdot 3 \cdot 4,5 + M_2 + F \cdot 2 - M_1}{5} = \frac{20 \cdot 3 \cdot 4,5 + 50 + 60 \cdot 2 - 30}{5} = \frac{410}{5} = 82 \text{ кН}.$$

Для проверки правильности вычисления опорных реакций составим уравнение проекций всех сил на вертикальную ось  $y$ :

$$\sum y = 0, \quad R_A - F - q \cdot 3 + R_B = 0; \quad 38 - 60 - 60 + 82 = 0, \quad 120 - 120 = 0.$$

Последнее уравнение обращается в тождество, следовательно, величина реакций и их направление определены правильно.

Если в результате решения уравнения реакция имеет отрицательное значение, то следует изменить направление реакции *на противоположное* и в дальнейших расчётах считать её положительной.

2. После определения опорных реакций можно перейти к построению эпюр изгибающих моментов и поперечных сил, предварительно разбив балку по длине на участки, в пределах которых закон изменения внешних нагрузок остаётся постоянным.

Границы участков располагаются в местах приложения моментов пар сил, сосредоточенных сил, начала или конца распределенной нагрузки.

Участки нумеруются слева или справа от концевых сечений балки. Рассчитываемая балка имеет пять участков I – V (см. рис. 4.14).

При составлении аналитических выражений для  $Q_x$  и  $M_x$  в пределах участка I проведём сечение с абсциссой  $x_1$  и рассмотрим равновесие левой части консоли. На эту часть балки действует пара сил с моментом  $M_1 = 30 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , поэтому поперечная сила  $Q_1 = 0$ , а изгибающий момент в любом сечении будет постоянным  $M_1 = -M_1 = -30 \text{ кН} \cdot \text{м}$ .

Для составления аналитических выражений  $Q_x$  и  $M_x$  в пределах II-го участка II проводим сечение с абсциссой  $x_2$  и рассматриваем равновесие левой части балки.

$Q_{II} = R_A = 38 \text{ кН}$  – поперечная сила в пределах II участка постоянна.

$$M_{II} = -M_1 + R_A(x_2 - 1).$$

Это уравнение прямой линии, для её построения достаточно определить ординаты изгибающего момента в двух точках (на концах участка):

при  $x_2 = 1 \text{ м}$       $M_{II} = -M_1 = -30 \text{ кН} \cdot \text{м}$

при  $x_2 = 3 \text{ м}$       $M_{II} = -M_1 + R_A \cdot 2 = -30 + 76 = 46 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Для III-го участка (сечение с абсциссой  $x_3$ )

$$Q_{III} = -F + R_A = 38 + 60 = -22 \text{ кН}$$

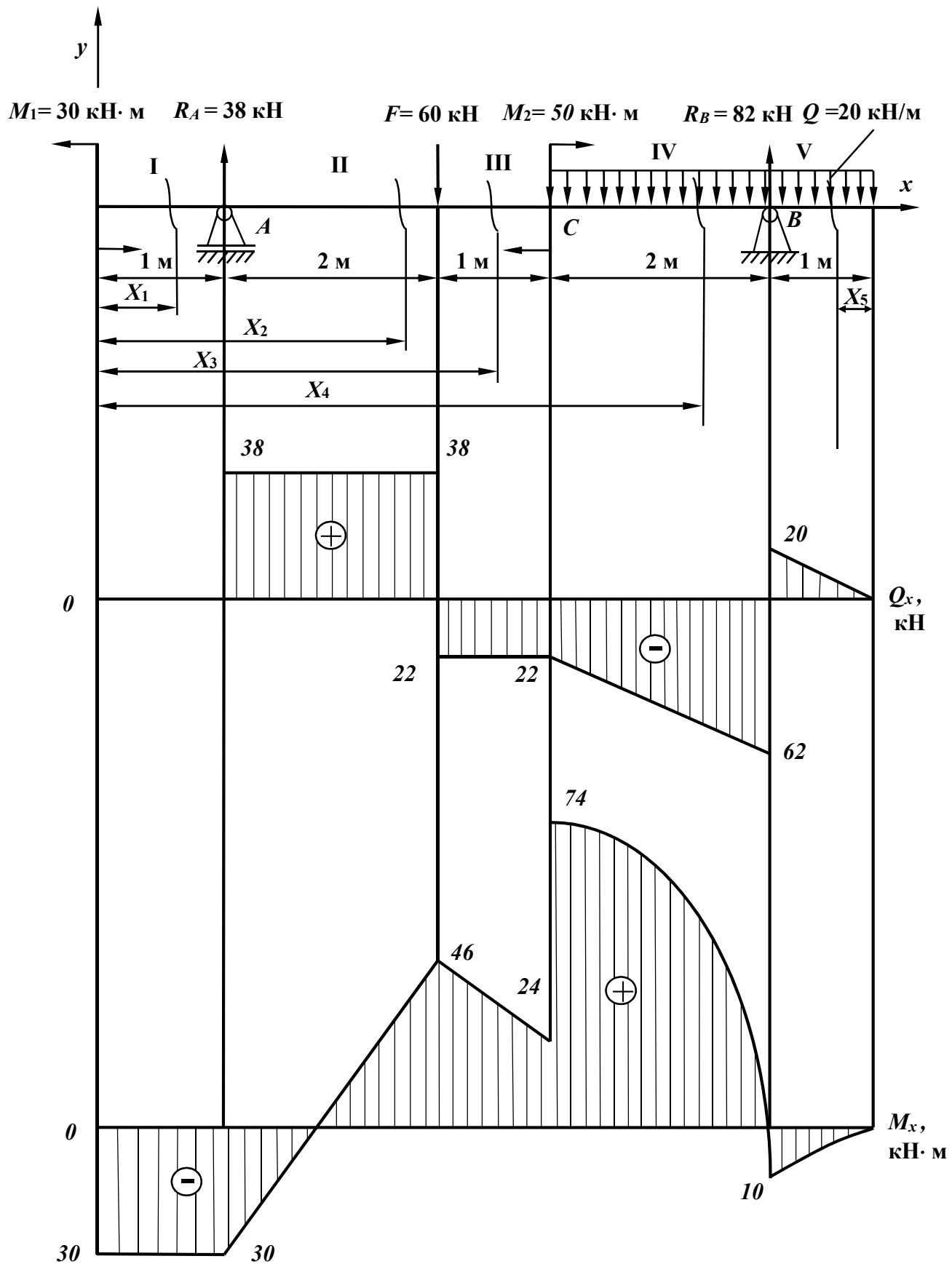


Рис. 4.14. Пример построения эпюр поперечных сил  $Q_x$  и изгибающих моментов  $M_x$  при деформации поперечного изгиба

На этом участке поперечная сила не зависит от  $x_3$ , и поэтому на протяжении всего участка она не меняет своего значения:

$$M_{III} = -M_I + R_A(x_3 - 1) - F(x_3 - 3)$$

Это уравнение прямой линии.

Вычислим моменты при следующих значениях  $x_3$ :

$$\text{при } x_3 = 3 \text{ м} \quad M_{III} = -30 + 38 \cdot 2 = 46 \text{ кН} \cdot \text{м} ;$$

$$\text{при } x_3 = 4 \text{ м} \quad M_{III} = -30 + 38 \cdot 3 - 60 = 24 \text{ кН} \cdot \text{м} .$$

Для IV участка (сечение с абсциссой  $x_4$ ) поперечная сила:

$$Q_{IV} = R_A - F - q(x_4 - 4) .$$

Это уравнение прямой линии.

Вычислим ординаты в начале и в конце участка:

$$\text{при } x_4 = 4 \text{ м} \quad Q_{IV} = 38 - 60 = -22 \text{ кН} ;$$

$$\text{при } x_4 = 6 \text{ м} \quad Q_{IV} = 38 - 60 - 40 = -62 \text{ кН} .$$

Уравнение изгибающих моментов для IV участка:

$$M_{IV} = -M_I + R_A(x_4 - 1) - F(x_4 - 3) + M_2 - q \frac{(x_4 - 4)^2}{2} .$$

Это уравнение параболы.

Для её построения определяем моменты:

$$\text{при } x_4 = 4 \text{ м} \quad M_{IV} = -30 + 114 - 60 + 50 - 20 \cdot 0 = 74 \text{ кН} \cdot \text{м} ;$$

$$\text{при } x_4 = 6 \text{ м} \quad M_{IV} = -30 + 38 \cdot 5 - 60 \cdot 3 + 50 - 20 \cdot \frac{4}{2} = -10 \text{ кН} \cdot \text{м} .$$

Прежде чем составлять выражение поперечной силы и изгибающего момента для V участка, заметим, что их можно найти как из равновесия левой части, так и из равновесия отсеченной правой части. Каждый раз к выбору решения нужно подходить с точки зрения возможной простоты и наименьшего количества вычислений.



Для V участка (сечение с абсциссой  $x_5$ ) поперечная сила равна  $Q_V = q \cdot x_5$ .

Вычислим значения ординат: при  $x_5 = 0$   $Q_V = 0$ ; при  $x_5 = 1$  м  $Q_V = 20$  кН.

Составим уравнение изгибающего момента для V участка:

$$M_V = -q \cdot x_5 \cdot \frac{x_5}{2} = -\frac{q \cdot x_5^2}{2}.$$

Получим уравнение параболы. Для её построения вычислим ординаты: при  $x_5 = 0$   $Q_V = 0$ ; при  $x_5 = 1$   $M_V = -10$  кН·м.

При построении эпюр  $Q_x$  и  $M_x$  выбираем масштаб и откладываем положительные значения ординат эпюр от нулевой линии вверх, а отрицательные вниз (см. рис. 4.14). После построения эпюр устанавливаем наибольшие значения поперечной силы ( $Q_{\max} = 62$  кН) и изгибающего момента ( $M_{\max} = 74$  кН·м).

Сечение C является «опасным», в нем  $Q_x = 22$  кН,  $M_x = 74$  кН·м.

3. Подбор поперечного сечения балки проводим в соответствии с условием задания в двух вариантах:

а) подбор сечения прямоугольного профиля деревянной балки:

$$W_{\text{н.о.}} \geq \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{adm}}} = \frac{74 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^6} = 7,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 7400 \text{ см}^3.$$

$$\text{Для прямоугольного сечения } W_{\text{н.о.}} = \frac{J_{\text{н.о.}}}{y_{\max}} = \frac{(bh)^3 / 12}{h/2} = \frac{bh^2}{6}.$$

При  $h = 2b$ ,  $W_{\text{н.о.}} = (2/3)b^3 \geq 7400 \text{ см}^3$ , отсюда  $b \geq \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 7400}{2}} = 22,3 \text{ см};$

$$h = 2 \cdot 22,3 = 44,6 \text{ см}.$$

После округления размеров в большую сторону принимаем:  $h = 46$  см,  $b = 23$  см.

б) подбор сечения двутаврового профиля:

$$W_{\text{н.о.}} \geq \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{adm}}} = \frac{74 \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6} = 4,62 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 462 \text{ см}^3.$$

Из таблицы сортамента проката (приложение 1) этому значению соответствует двутавр № 30, для которого  $W_{н.о.} = W_x^{табл.} = 472 \text{ см}^3$ .

Основные размеры и геометрические характеристики профиля: высота  $h = 0,3 \text{ м}$ ; ширина полки  $b = 0,135 \text{ м}$ ; толщина полки  $t = 0,01 \text{ м}$ ; толщина стенки  $d = 0,65 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ; площадь сечения  $A = 46,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ; момент инерции сечения относительно нейтральной оси  $J_{н.о.} = J_x^{табл.} = 0,708 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4$ ; статический момент половины площади сечения относительно нейтральной оси  $S_{н.о.}^{max.} = S_x^{табл.} = 2,68 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ .

4. Полная проверка стальной балки на прочность:

а) проверка по рабочим нормальным напряжениям

$$\sigma_{раб.} = \frac{M_{max}}{W_x^{табл.}} = \frac{74 \cdot 10^3}{4,72 \cdot 10^{-4}} = 157 \cdot 10^6 \text{ Па} = 157 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{раб.} = 157 \text{ МПа} < \sigma_{adm} = 160 \text{ МПа},$$

т. е. условие прочности выполняется;

б) проверка по максимальным касательным напряжениям (формула Д. И. Журавского):

$$\tau_{max} = \frac{Q_{max} S_x^{табл.}}{J_x^{табл.} d} = \frac{62 \cdot 2,68 \cdot 10^{-4}}{0,708 \cdot 10^{-4} \cdot 0,65 \cdot 10^{-2}} = 36,2 \cdot 10^6 \text{ Па} = 36,2 \text{ МПа};$$

$$\tau_{max} = 36,2 \text{ МПа} < \tau_{adm} = 96 \text{ МПа}.$$

Таким образом, условие прочности выполняется;

в) проверка по главным напряжениям в «опасном» сечении С, в котором  $Q_x = 22 \text{ кН}$ ,  $M_x = 74 \text{ кН} \cdot \text{м}$ .

Строим эпюру нормальных напряжений для этого сечения по уровням (рис. 4.15):

$$\sigma_{1-1} = -\frac{M_x}{J_x^{табл.}} y_{1-1} = -\frac{74 \cdot 10^3}{0,708 \cdot 10^{-4}} \cdot 0,15 = -157 \cdot 10^6 \text{ Па} = -157 \text{ МПа}.$$

Знак «минус» при напряжении для верхних волокон указывает на то, что при положительной эпюре  $M_x$  в этом сечении верхняя часть волокон испытывает деформацию осевого сжатия.

$$\sigma_{7-7} = \sigma_{1-1} = 157 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{2-2} = \sigma_{3-3} = -\frac{M_x}{J_x^{\text{табл.}}} \cdot y_{2-2} = -\frac{M_x}{J_x^{\text{табл.}}} \cdot \left(\frac{h}{2} - t\right) = -\frac{74 \cdot 10^3}{0,708 \cdot 10^{-4}} \cdot (0,15 - 0,01) = -147 \cdot 10^6 \text{ Па} =$$

$$\sigma_{2-2} = \sigma_{3-3} = -\frac{M_x}{J_x^{\text{табл.}}} y_{2-2} = -\frac{M_x}{J_x^{\text{табл.}}} \left(\frac{h}{2} - t\right) = -\frac{74 \cdot 10^3}{0,708 \cdot 10^{-4}} (0,15 - 0,01) =$$

$$= -147 \cdot 10^6 \text{ Па} = -147 \text{ МПа}; \quad \sigma_{4-4} = 0, \text{ так как } y_{4-4} = 0.$$

Эпюра касательных напряжений также строится по значениям, определяемым для различных уровней (волокон) сечения  $\tau_{1-1} = \tau_{7-7} = 0$ , так как  $S_{\text{н.о.}}^{1-1} = 0$ , т. е. статический момент площади сечения, находящейся выше или ниже уровня 1-1 относительно нейтральной оси, равен нулю.

Напряжения в волокнах уровня 2-2 и 6-6 можно не определять, так как они обычно очень малы.

В переходных волокнах 3-3 и 5-5 напряжения будут равны

$$\tau_{3-3} = \tau_{5-5} = \frac{Q_x S_{\text{н.о.}}^{3-3}}{J_x^{\text{табл.}} b_{3-3}} = \frac{Q_x b t (h/2 - t/2)}{J_x^{\text{табл.}} d} =$$

$$= \frac{22 \cdot 10^3 \cdot 0,135 \cdot 0,01 \cdot (0,15 - 0,005)}{0,708 \cdot 10^{-4} \cdot 0,65 \cdot 10^{-2}} = 9,7 \cdot 10^6 \text{ Па} = 9,7 \text{ МПа}.$$

Для волокон нейтрального слоя

$$\tau_{4-4} = \frac{Q_x S_{\text{н.о.}}^{4-4}}{J_x^{\text{табл.}} b_{4-4}} = \frac{Q_x S_x^{\text{табл.}}}{J_x^{\text{табл.}} d} = \frac{22 \cdot 2,68 \cdot 10^{-4}}{0,708 \cdot 10^{-4} \cdot 0,65 \cdot 10^{-2}} = 12,8 \cdot 10^6 \text{ Па} = 12,8 \text{ МПа}.$$

Эпюры  $\sigma$  и  $\tau$  строятся в масштабе (см. рис. 4.15).

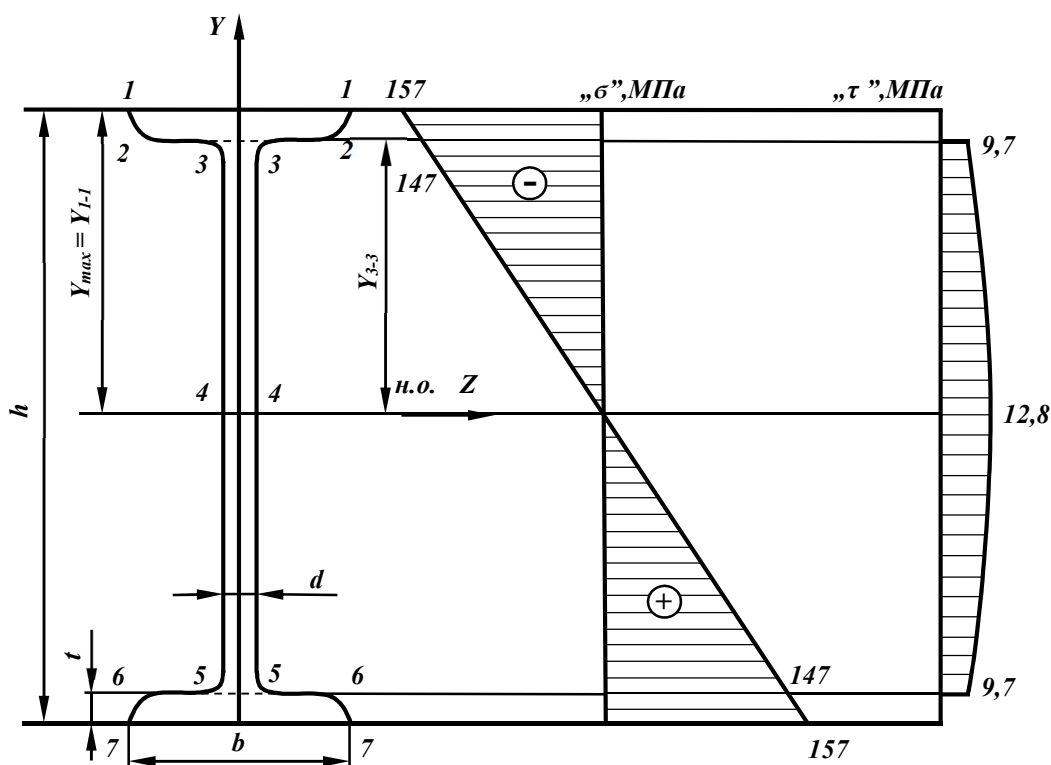


Рис. 4.15. Эпюры распределения нормальных и касательных напряжений по высоте двутавра

На основании эпюр напряжений определяют главные напряжения для верхних, переходных и средних волокон:

$$\sigma_1^{1-1} = 1/2(\sigma_{1-1} + \sqrt{\sigma_{1-1}^2 + 4\tau_{1-1}^2}) = 1/2(-157 + \sqrt{157^2 + 4 \cdot 0^2}) = 0;$$

$$\sigma_2^{1-1} = 1/2(-157 - \sqrt{157^2 + 4 \cdot 0^2}) = -157 \text{ МПа};$$

$$\sigma_1^{3-3} = 1/2(-147 + \sqrt{147^2 + 4 \cdot 9,7^2}) = 0,5 \text{ МПа};$$

$$\sigma_2^{3-3} = 1/2(-147 - \sqrt{147^2 + 4 \cdot 9,7^2}) = -147,5 \text{ МПа};$$

$$\sigma_1^{4-4} = 1/2(0 + \sqrt{0^2 + 4 \cdot 12,8^2}) = 12,8 \text{ МПа};$$

$$\sigma_2^{4-4} = -12,8 \text{ МПа}.$$

Определим величины расчётных напряжений по третьей теории прочности:

$$\sigma_p^{1-1} = \sigma_1^{1-1} - \sigma_2^{1-1} = 0 - (-157) = 157 \text{ МПа};$$

$$\sigma_p^{3-3} = \sigma_1^{3-3} - \sigma_2^{3-3} = 0,5 - (-147,5) = 148 \text{ МПа};$$

$$\sigma_p^{4-4} = \sigma_1^{4-4} - \sigma_2^{4-4} = 12,8 - (-12,8) = 25,6 \text{ МПа}.$$

Таким образом, условие прочности  $\sigma_p^{\text{III}} < \sigma_{\text{adm}}$  выполняется.

По четвертой теории прочности

$$\sigma_p^{1-1} = \sqrt{(\sigma_1^{1-1})^2 + (\sigma_2^{1-1})^2 - \sigma_1^{1-1}\sigma_2^{1-1}} = \sqrt{0^2 + 157^2 - 0^2} = 157 \text{ МПа}.$$

Аналогично:  $\sigma_p^{3-3} = 148 \text{ МПа}$ ;  $\sigma_p^{4-4} = 22,1 \text{ МПа}$ .

Таким образом, результаты по всем вариантам полной проверки прочности балки показывают, что все условия прочности выполняются, следовательно, к практическому применению принимается двутавр № 30.

**Задача 2.** Для заданной схемы балки (рис. 4.16) построить эпюры поперечных сил  $Q_x$  и изгибающих моментов  $M_x$ , определить размеры сечения заданной формы из условия прочности, принимая  $\sigma_{\text{adm}} = 160 \text{ МПа}$ .

### *Решение*

Определим реакции опоры  $A$  из уравнений равновесия:

$$1) \sum M_A = 0; \quad -M_A + M - q \cdot 1 \cdot 2,5 + F \cdot 3 = 0;$$

$$M_A = M - q \cdot 1 \cdot 2,5 + F \cdot 3 = 6 - 10 + 24 = 20 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$2) \sum Y = 0; \quad R_A - q \cdot 1 + F = 0 \text{ (предварительное направление реакции } R_A \text{ вверх);}$$

$R_A = q \cdot 1 - F = 4 - 8 = -4 \text{ кН}$  (меняем направление реакции на противоположное).

$$\text{Проверка: } \sum M_C = 0; \quad -M_A + R_A \cdot 3 + M + q \cdot 1 \cdot 0,5 = -20 + 12 + 6 + 2 = 0.$$

Определим размеры поперечного сечения (см. рис. 4.16), для чего условно разбиваем это сечение на фигуры 1, 2, 3 и 4, площади которых:  $A_1 = 5b \cdot 6b$ ;  $A_2 = 2b \cdot 3b$ ;  $A_3 = A_4 = b \cdot b$ .

Для определения положения центра тяжести сечения проводим вспомогательную ось  $x_{\text{вр}}$  и найдем координату  $y_C$  по известной формуле

$$y_c = \frac{S_{x_{вр}}}{A} = \frac{A_1 y_1 - A_2 y_2 + A_3 y_3 + A_4 y_4}{A_1 - A_2 + A_3 + A_4} =$$

$$= \frac{6b \cdot 5b \cdot 2,5b - 2b \cdot 3b \cdot 1,5b + 2b \cdot b \cdot 0,5b}{6b \cdot 5b - 2b \cdot 3b + 2b \cdot b} = 2,58b,$$

где  $y_1, y_2, y_3, y_4$  – расстояния от центров тяжести фигур 1, 2, 3, 4 до оси  $x_{вр}$ .

Так как сечение симметричное, то его центр тяжести лежит на оси симметрии  $y$ .

Проводим нейтральную ось через центр тяжести параллельно вспомогательной оси  $x_{вр}$ . Находим момент инерции относительно нейтральной оси

$$J_{н.о.} = (J_{н.о.})_1 - (J_{н.о.})_2 + 2 \cdot (J_{н.о.})_3 = \left[ \frac{6b \cdot (5b)^3}{12} + 6b \cdot 5b \cdot (y_1 - y_c)^2 \right] -$$

$$- \left[ \frac{2b \cdot (3b)^3}{12} + 2b \cdot 3b \cdot (y_2 - y_c)^2 \right] + 2 \cdot \left[ \frac{b \cdot b^3}{12} + b \cdot b \cdot (y_3 - y_c)^2 \right] = 60 \cdot b^4.$$

Строим эпюры поперечных сил  $Q_x$  и изгибающих моментов  $M_x$ , пользуясь контрольными правилами и начиная построения со свободного конца балки:

$$Q_C = -F = -8 \text{ кН}; \quad Q_D = -F + q \cdot 1 = -8 + 4 = -4 \text{ кН} = Q_B = Q_A;$$

$$M_C = 0; \quad M_D = F \cdot 1 - q \cdot 1 \cdot 0,5 = 8 - 2 = 6 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_B = F \cdot 2 - q \cdot 1 \cdot 1,5 = 16 - 6 = 10 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

В сечении  $B$  изгибающий момент возрастает на момент  $M = 6 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , что на эпюре  $M_x$  отражается в виде скачка. Изгибающий момент в жесткой заделке равен моменту заделки  $M_A$ .

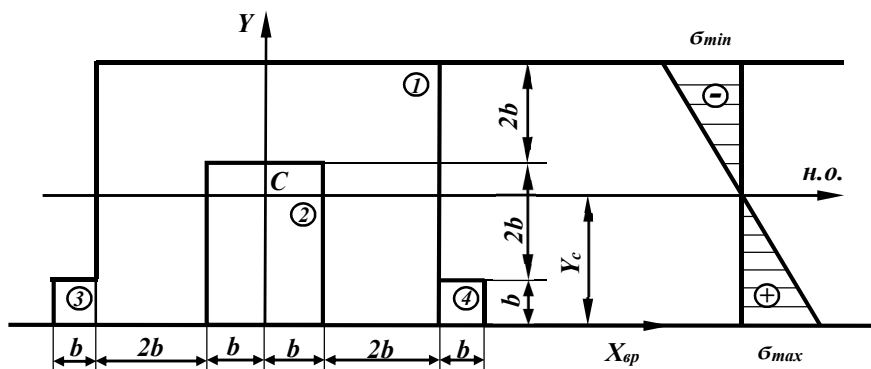
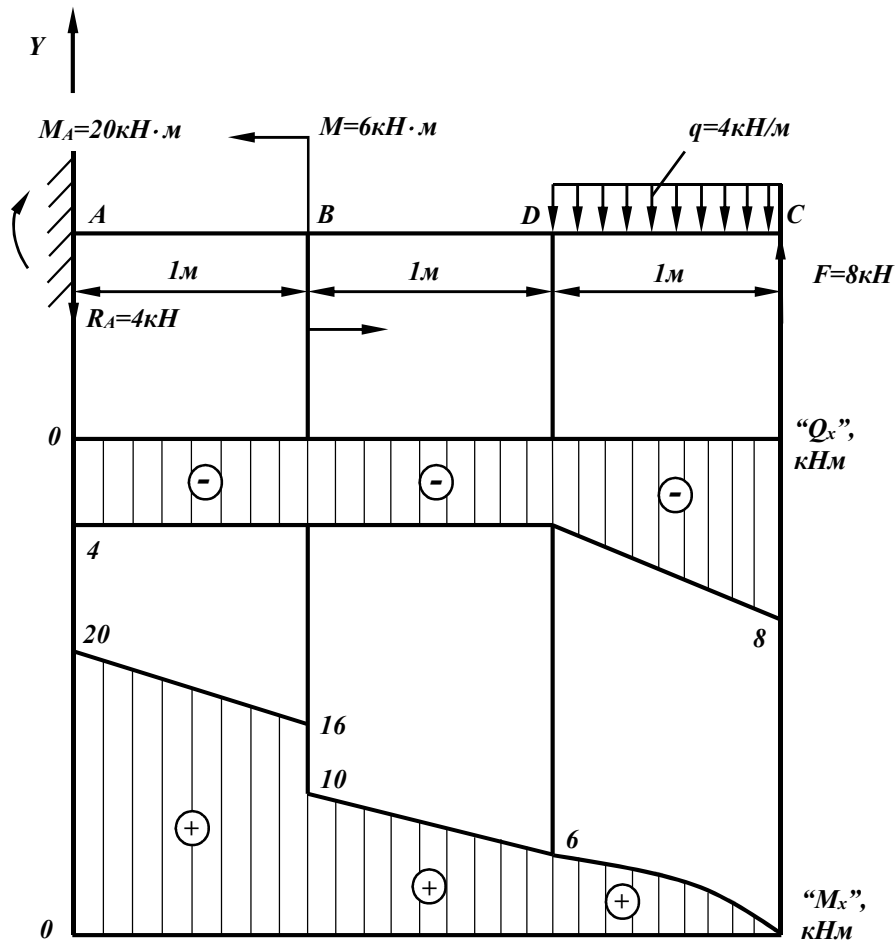


Рис. 4.16. Пример построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов для консоли

Максимальный изгибающий момент  $M_{\max} = M_A = 20 \text{ кН} \cdot \text{м}$ .

Максимальные напряжения, возникающие в нижних волокнах этого сечения:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max} y_{\max}^H}{J_{\text{н.о.}}} = \frac{20 \cdot 2,58 \cdot b}{60 \cdot b^4} = \frac{0,83 \text{ кН} \cdot \text{м}}{b^3}.$$

Максимальные напряжения, возникающие в верхних волокнах этого сечения:

$$\sigma_{\min} = \frac{M_{\max} y_{\max}^B}{J_{\text{н.о.}}} = \frac{20 \cdot 2,42 \cdot b}{60 \cdot b^4} = \frac{0,81 \text{ кН} \cdot \text{м}}{b^3}.$$

Приравнявая наибольшее напряжение к допускаемому напряжению  $\sigma_{\text{adm}}$ , получим размер сечения  $b$ :

$$\sigma_{\max} = \frac{0,83 \text{ кН} \cdot \text{м}}{b^3} \leq \sigma_{\text{adm}} = 160 \text{ МПа}; \quad b^3 \geq \frac{0,83 \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6},$$
$$b \geq \sqrt[3]{5,2 \cdot 10^{-6}} = 1,73 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \quad b = 18 \text{ мм}.$$

Ответ: Принимаем размер сечения  $b = 18 \text{ мм}$ .



Сортамент двутаврового профиля

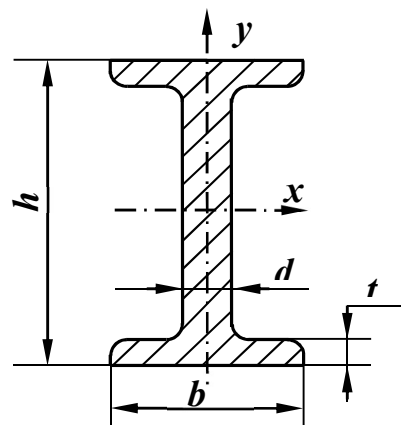


Таблица П.1

Двутавры стальные горячекатаные (ГОСТ – 8239-89)

Номер профиля	Размеры, мм				Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Масса 1 пог. м, кг	Справочные величины для осей						
							x-x				y-y		
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>			$J_x$ , см <sup>4</sup>	$W_x$ , см <sup>3</sup>	$i_x$ , см	$S_x$ , см <sup>3</sup>	$J_y$ , см <sup>4</sup>	$W_y$ , см <sup>3</sup>	$i_y$ , см
10	100	55	4,5	7,2	12,0	9,46	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	7,3	14,7	11,50	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	7,5	17,4	13,70	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,50	1,55
16	160	81	5,0	7,8	20,2	15,90	873	109,0	6,57	62,3	58,9	14,50	1,70
18	180	90	5,1	8,1	23,4	18,40	1290	143,0	7,42	81,4	82,6	18,40	1,88
18a	180	100	5,1	8,3	25,4	19,90	1430	159,0	7,51	89,8	114,0	22,80	2,12

Номер профи- ля	Размеры, мм				Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Масса 1 пог. м, кг	Справочные величины для осей						
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>			<i>x-x</i>				<i>y-y</i>		
							<i>J<sub>x</sub></i> , см <sup>4</sup>	<i>W<sub>x</sub></i> , см <sup>3</sup>	<i>i<sub>x</sub></i> , см	<i>S<sub>x</sub></i> , см <sup>3</sup>	<i>J<sub>y</sub></i> , см <sup>4</sup>	<i>W<sub>y</sub></i> , см <sup>3</sup>	<i>i<sub>y</sub></i> , см
20	200	100	5,2	8,4	26,8	21,00	1840	184,0	8,28	104,0	115,0	23,10	2,07
20a	200	110	5,2	8,6	28,9	22,70	2030	203,0	8,37	114,0	155,0	28,20	2,32
22	220	110	5,4	8,7	30,6	24,00	2550	232,0	9,13	131,0	157,0	28,60	2,27
22a	220	120	5,4	8,9	32,8	25,80	2790	254,0	9,22	143,0	206,0	34,30	2,50
24	240	115	5,6	9,5	34,8	27,3	3460	289,0	9,97	163,0	198,0	34,50	2,37
24a	240	125	5,6	9,8	37,5	29,40	3800	317,0	10,10	178,0	260,0	41,60	2,63
27	270	125	6,0	9,8	40,2	31,50	5010	371,0	11,20	210,0	260,0	41,60	2,54
27a	270	135	6,0	10,2	43,2	33,90	5500	407,0	11,30	229,0	337,0	50,00	2,80
30	300	135	6,5	10,2	46,5	36,50	7080	472,0	12,30	268,0	337,0	49,90	2,69
30a	300	145	6,5	10,7	49,9	32,90	7780	518,0	12,50	292,0	436,0	60,10	2,95
33	330	140	7,0	11,2	53,8	42,20	9840	597,0	13,50	339,0	419,0	59,90	2,79
36	360	145	7,5	12,3	61,9	48,60	13380	743,0	14,70	423,0	516,0	71,10	2,89
40	400	155	8,3	13,0	72,6	57,00	19062	953,0	16,20	545,0	667,0	86,10	3,03
45	450	160	9,0	14,2	84,7	66,50	27696	1231,0	18,10	707,0	808,0	101,00	3,09
50	500	170	10,0	15,2	100,0	78,50	39727	1589,0	19,90	919,0	1043,0	123,00	3,23
55	550	180	11,0	16,5	118,0	92,60	55962	2035,0	21,80	1181,0	1356,0	151,00	3,39
60	600	190	12,0	17,8	138,0	108,00	76806	2560,0	23,60	1491,0	1725,0	182,00	3,54

Сортамент швеллерного профиля

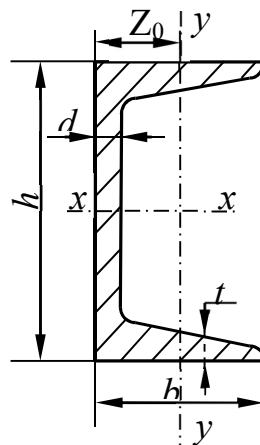


Таблица П.2

Швеллеры стальные горячекатаные – (ГОСТ 8240-89)

Номер про- филя	Масса 1 пог. м, кг	Размеры, мм				Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Справочные величины для осей							z <sub>0</sub> , см
		h	b	d	t		x-x				y-y			
							J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	S <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> , см	
5	4,84	50	32	4,4	7,0	6,16	22,8	9,10	1,92	5,59	5,61	2,75	0,954	1,16
6,5	5,90	65	36	4,4	7,2	7,51	48,6	15,0	2,54	9,00	8,70	3,68	1,08	1,24
8	7,05	80	40	4,5	7,4	8,98	89,4	22,4	3,16	13,3	12,8	4,75	1,19	1,31
10	8,59	100	46	4,5	7,6	10,9	174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44
12	10,4	120	52	4,8	7,8	13,3	304	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54
14	12,3	140	58	4,9	8,1	15,6	491	70,2	5,60	40,8	45,4	11,0	1,70	1,67

Номер про- филя	Масса 1 пог. м, кг	Размеры, мм				Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Справочные величины для осей							z <sub>0</sub> , см
		h	b	d	t		x-x				y-y			
							J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	S <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> , см	
14a	13,3	140	62	4,9	8,7	17,0	545	77,8	5,66	45,1	57,5	13,3	1,84	1,87
16	14,2	160	64	5,0	8,4	18,1	747	93,4	6,42	54,1	63,3	13,8	1,87	1,80
16a	15,3	160	68	5,0	9,0	19,5	823	103	6,49	59,4	78,8	16,4	2,01	2,00
18	16,3	180	70	5,1	8,7	20,7	1090	121	7,24	69,8	86	17,0	2,04	1,94
18a	17,4	180	74	5,1	9,3	22,2	1190	132	7,32	76,1	105	20,0	2,18	2,13
20	18,4	200	76	5,2	9,0	23,4	1520	152	8,07	87,8	113	20,5	2,20	2,07
20a	19,8	200	80	5,2	9,7	25,2	1670	167	8,15	95,9	139	24,2	2,35	2,28
22	21,0	220	82	5,4	9,5	26,7	2110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,21
22a	22,6	220	87	5,4	10,2	28,8	2330	212	8,90	121	187	30,0	2,55	2,46
24	24,0	240	90	5,6	10,0	30,6	2900	242	9,73	139	203	31,6	2,60	2,42
24a	25,8	240	95	5,6	10,7	32,9	3180	265	9,84	151	254	37,2	2,78	2,67
27	27,7	270	95	6,0	10,5	35,2	4160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47
30	31,8	300	100	6,5	11,0	40,5	5810	387	12,0	224	327	43,6	2,84	2,52
33	36,5	330	105	7,0	11,7	46,5	7980	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59
36	41,9	360	110	7,5	12,6	53,4	10820	601	14,2	350	513	61,7	3,10	2,68
40	48,3	400	115	8,0	13,5	61,5	15220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. Теоретическая механика в примерах и задачах. [Текст]: учебник Том 1, 2. – М.: Лань, 2009.

Бутенин Н. В., Лунц Я. Л., Меркин Д. Р. Курс теоретической механики. [Текст]: учебник – М.: Лань, 2009.

Вебер Г. Э., Ляпцев С. А. Лекции по теоретической механике. [Текст]: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008.

Васильев А. С., Канделя М. В., Рябченко В. Н. Основы теоретической механики [Электронный ресурс]: учебное пособие / — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. 191 с. — ISBN 978-5-4486-0154-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70776.html>

Волков Е. Б., Казаков Ю. М. Теоретическая механика: Сборник заданий для расчётно-графических работ. [Текст]: – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 156 с.

Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике / под ред. А. А. Яблонского. – М.: Высшая школа, 2001.

Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики. [Текст]: учебник – М.: Высшая школа, 2007.

Афанасьев А. И., Ахлюстина Н. В. Техническая механика. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. - 80 с.

Афанасьев А. И., Казаков Ю. М., Ляпцев С. А. Техническая механика. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014.

Вольмир А. С. Сборник задач по сопротивлению материалов. – М.: Дрофа, 2007. – 408 с.

Степин П. А. Сопротивление материалов. – М.: Лань, 2010.

Мокрушин Н. В., Ляпцев С. А. Лекции по сопротивлению материалов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005.

Мокрушин Н. В., Ляпцев С. А., Чучманова Л. Д., Серeda К. В. Сопротивление материалов в примерах и задачах. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012.

Учебное издание

Евгений Борисович Волков  
Юрий Михайлович Казаков  
Любовь Дмитриевна Чучманова

## МЕХАНИКА

Учебное пособие  
для самостоятельной работы студентов

Редактор *Л. В. Устьянцева*

Компьютерная верстка *М. А. Илясова*

Подписано в печать

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16.  
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.  
Печ. л. 6,375 Уч. изд. л. 4,6 Тираж 115 экз. Заказ №

Издательство УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
Уральский государственный горный университет.

Отпечатано с оригинал-макета  
в лаборатории множительной техники УГГУ



Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный горный университет»

**В. М. Таугер**

**ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА.  
ДЕТАЛИ МАШИН**

Учебное пособие

Екатеринбург  
2018

**УДК 621.8**

**T23**

Таугер В. М.

T23 Техническая механика. Детали машин: учебное пособие/ В. М. Таугер; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 95 с.: ил.

Изложены методы расчета деталей и механических передач, необходимые для конструирования механизмов и машин.

Учебное пособие предназначено для студентов направлений, программа которых включает дисциплину «Техническая механика».

Рецензенты: канд. физ.-мат. наук В. С. Тарасян (зав. каф. «Мехатроника» УрГУПС);

канд. техн. наук Е. Б. Волков (уч. секретарь каф. технической механики УГГУ).

Печатается по решению Учебно-методического совета  
Уральского гос. горного ун-та.

УДК 621.8

© Таугер В. М., 2018

© Урал. гос. горный ун-т, 2018



# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. СОЕДИНЕНИЯ.....	5
1.1. Основные понятия.....	5
1.2. Шпоночные соединения.....	6
1.3. Зубчатые (шлицевые) соединения.....	8
1.4. Резьбовые соединения.....	10
1.5. Заклепочные соединения.....	21
1.6. Сварные соединения.....	24
Контрольные вопросы.....	31
2. ПЕРЕДАЧИ.....	33
2.1. Общие сведения.....	33
2.2. Ременные передачи.....	34
2.3. Цилиндрические зубчатые передачи.....	37
2.4. Конические зубчатые передачи.....	62
2.5. Червячные передачи.....	70
Контрольные вопросы.....	79
3. ПОДШИПНИКИ.....	81
3.1. Классификация подшипников по виду трения.....	81
3.2. Конструкции и классификация подшипников качения.....	82
3.3. Методика расчета подшипников качения.....	84
Контрольные вопросы.....	88
4. ВАЛЫ И ОСИ.....	90
4.1. Общие сведения.....	90
4.2. Методика расчета валов.....	90
Контрольные вопросы.....	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	94
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	95

## ВВЕДЕНИЕ

Конструирование машин и механизмов невозможно без знания методов расчета и конструирования их основных деталей и передач. В данном учебном пособии рассматриваются механические преобразователи движения, в качестве которых используют зубчатые (цилиндрические и конические) и червячные передачи.

В процессе разработки передачи конструктор должен учитывать ряд технических требований, предъявляемых к механизму и решающим образом влияющих на выбор типа передачи, расчет и конструкцию её деталей и обусловленных условиями эксплуатации, техникой безопасности и соответствием изделия современному уровню производства.

Целью учебного пособия является обучение студентов основам расчёта и ознакомление с наиболее широко применяемыми конструкциями соединений, передач, валов и подшипников.

Для надежного усвоения студентом материала учебного пособия необходимы знания дисциплины «Теоретическая механика», а также разделов «Сопротивление материалов» и «Теория механизмов и машин».

# 1. СОЕДИНЕНИЯ

## 1.1. Основные понятия

**Соединением** называется неподвижное сопряжение деталей между собой.

По принципу **неразрушаемости при разборке** различают соединения разъемные и неразъемные. К **разъемным** относят соединения, допускающие разборку без разрушения или повреждения элементов, а к **неразъемным** – соединения, разборка которых невозможна без разрушения или повреждения элементов. В число **элементов** соединения включают как сами соединяемые детали, так и изделия или материалы, которыми данное соединение обеспечивается.

Из разъемных соединений наибольшее распространение получили следующие:

- шпоночные;
- зубчатые (шлицевые);
- резьбовые;
- соединения с некруглым валом.

Из неразъемных соединений наиболее часто используются:

- заклепочные;
- сварные;
- соединения с натягом (фрикционные);
- клеевые.

Соединения с некруглым валом, с натягом и клеевые в настоящем учебном пособии рассматриваться не будут. Для их расчета следует обратиться к учебно-методической и технической литературе [1, 2].

## 1.2. Шпоночные соединения

Шпоночные соединения образуются с помощью специальной крепежной детали, которая называется **шпонкой**. Шпонка располагается между соединяемыми деталями и передает нагрузку (усилие или крутящий момент) с одной детали на другую.

Различают **напряженные** и **ненапряженные** шпоночные соединения. В первых напряжения в шпонке и соединяемых деталях возникают уже в процессе сборки, во вторых же в отсутствие полезной нагрузки на соединение напряжения в шпонке и деталях практически равны нулю. В механизмах общепромышленного назначения применяются, как правило, ненапряженные соединения.

Известны ненапряженные соединения круглой шпонкой, сегментной шпонкой и призматической шпонкой.

**Круглая шпонка** представляет собой цилиндрическую деталь (штифт), входящую по переходной посадке в отверстия соединяемых деталей. В большинстве случаев соединение служит для обеспечения точности сборки и не предназначено для передачи рабочей нагрузки.

Боковая поверхность **сегментной шпонки**, как видно из названия, представляет собой сегмент окружности. Соединение технологично в изготовлении и способно передавать небольшие нагрузки. Его расчет приведен в работе [1].

Наибольшие нагрузки могут быть реализованы в соединении **призматической шпонкой**. Используются шпонки со скругленными торцами, с одним скругленным торцом и с плоскими торцами (рис. 1.1, *a*). Размеры  $b$ ,  $h$  и  $l$  оговорены ГОСТ 23360.

На валу 1 и во втулке 2 выполняются пазы, в которые при сборке устанавливается шпонка 3 (рис. 1.1, *б*), и крутящий момент  $T$  передается с вала к втулке ее боковыми гранями.

Боковые грани шпонки испытывают нормальные напряжения смятия, а в ее продольном сечении действуют касательные напряжения среза, но соотношение размеров стандартной низкой шпонки таково, что проверку на прочность по

касательным напряжениям можно не выполнять. Таким образом, расчет соединения на прочность производится по напряжениям смятия, которые равны

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{A} = \frac{4T}{dhl_p} \leq [\sigma_{\text{см}}] \quad (1.1)$$

где  $F$  – сила, действующая на боковую грань;  $A$  – рабочий участок боковой грани, по которому распределяется сила  $F$ ;  $l_p$  – рабочая длина шпонки;  $[\sigma_{\text{см}}]$  – допускаемое напряжение смятия.

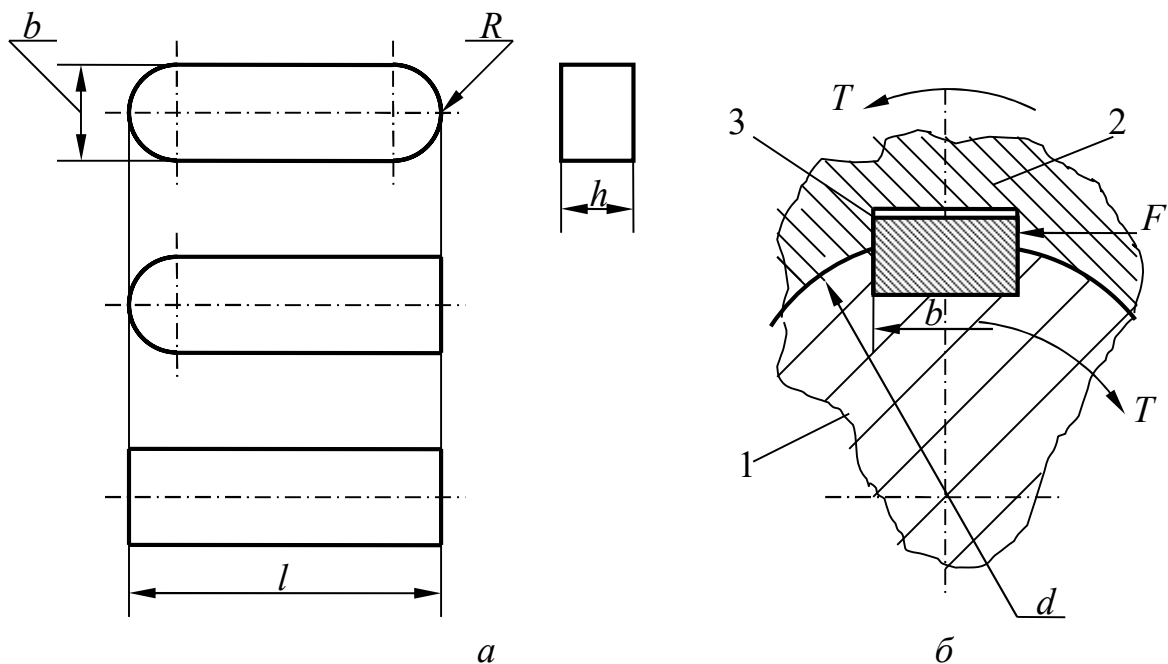


Рис. 1.1. Соединение призматической шпонкой

Формула (1.1) получена с учетом следующих допущений:

- плечо силы  $F$  относительно центра сечения вала равно  $d/2$ ;
- ширина участка боковой грани, на котором распределяется сила  $F$ , равна  $h/2$ .

Рабочая длина шпонки со скругленными торцами

$$l_p = l - b; \quad (1.2)$$

с одним скругленным торцом

$$l_p = l - b/2; \quad (1.3)$$

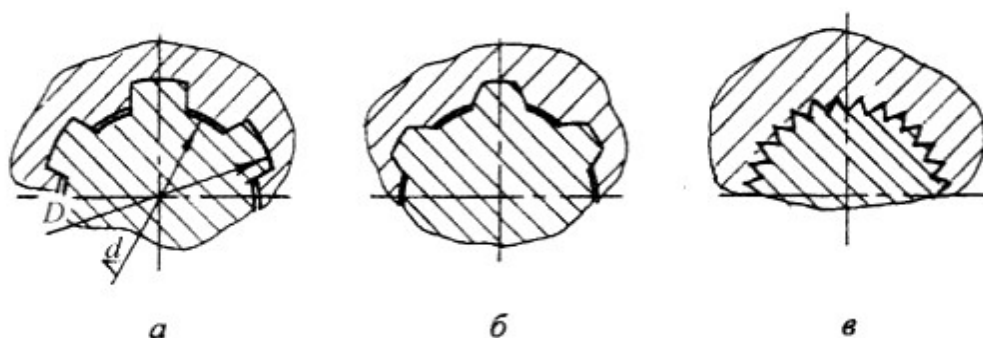
с плоскими торцами  $l_p = l$ .

Допускаемые напряжения  $[\sigma_{см}] = 80 \dots 120$  МПа для соединений с переходными посадками втулки на вал, а для соединений с посадкой с натягом  $[\sigma_{см}] = 110 \dots 200$  МПа. Меньшие напряжения принимают при чугунной втулке или при резких изменениях нагрузки, большие – при стальной втулке и спокойной нагрузке.

### 1.3. Зубчатые (шлицевые) соединения

Соединения образуются сопряжением наружных зубьев на валу с внутренними зубьями в отверстии втулки.

По форме профиля зубьев различают соединения **прямобоочные** (рис. 1.2, *a*), **эвольвентные** (рис. 1.2, *б*) и **треугольные** (рис. 1.2, *в*).



**Рис. 1.2. Разновидности шлицевых соединений по форме профиля зуба**

Соединения прямобоочные выполняют с **центрированием** или по боковым сторонам зубьев, или по наружному диаметру, или по внутреннему диаметру вала. Центрирование по диаметрам обеспечивает более точную соосность соединяемых деталей, а центрирование по боковым сторонам – более точное распределение нагрузки между зубьями, т. е. передачу больших крутящих моментов. На рис. 1.2, *a* показано центрирование по наружному диаметру.

Эвольвентные соединения выполняют с центрированием или по боковым сторонам зубьев, или по наружному диаметру. На рис. 1.2, *б* показано центрирование по наружному диаметру. Эвольвентные шлицы можно получать на зуборезном оборудовании и достигать при этом высокой точности.

Размеры прямобочных соединений даны в ГОСТ 1139, эвольвентных – в ГОСТ 6033.

Треугольные соединения применяются при тонкостенных втулках, а также для соединения пластмассовых деталей с металлическими валами.

Шлицевые соединения обладают такими преимуществами перед шпоночными, как повышенные нагрузочная способность и точность центрирования деталей. К недостаткам можно отнести сложность изготовления.

Основными критериями работоспособности шлицевых соединений являются прочность на смятие и сопротивление коррозионно-механическому изнашиванию. Причина такого изнашивания в неподвижных соединениях заключается в микроперемещениях сопряженных поверхностей при вращении вала.

При допущении равномерного распределения нагрузки между зубьями условие прочности по напряжениям смятия выглядит следующим образом:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2T}{zhd_m l} \leq [\sigma_{\text{см}}], \quad (1.4)$$

где  $z$  – число зубьев;  $h$  – высота зуба;  $d_m$  – средний диаметр соединения;  $l$  – длина поверхности контакта.

Высота зуба и средний диаметр определяют по формулам:

$$h = (D - d)/2 - f'; \quad (1.5)$$

$$d_m = (D + d)/2, \quad (1.6)$$

где  $D, d$  – диаметры вершин и впадин зубьев соответственно;  $f'$  – расчетный зазор в соединении.

Допускаемое напряжение смятия определяют с учетом условий эксплуатации и твердости зубьев по табл. 1.1.

Таблица 1.1

**Значения  $[\sigma_{\text{см}}]$ , МПа, для шлицевых соединений**

Условия эксплуатации	Твердость зубьев <i>HB</i> 350	Твердость зубьев <i>HRC</i> 40
Тяжелые (с ударом)	26...38	30...52
Средние	45...75	75...105
Легкие	60...90	90...150

В случае постоянной нагрузки с числом циклов нагружения за полный срок службы порядка  $10^8$  условие удовлетворительного сопротивления соединения изнашиванию выражается неравенством

$$\sigma_{см} \leq [\sigma_{изн}]. \quad (1.7)$$

Условное допускаемое напряжение  $[\sigma_{изн}]$  изменяется в широких пределах в зависимости от твердости поверхностей контакта и условий приложения нагрузки. Для улучшенных зубьев  $[\sigma_{изн}] = 26 \dots 85$  МПа; для закаленных: до *HRC40*  $[\sigma_{изн}] = 34 \dots 105$  МПа; до *HRC45*  $[\sigma_{изн}] = 42 \dots 130$  МПа. При необходимости точного определения  $[\sigma_{см}]$ ,  $[\sigma_{изн}]$  следует обратиться к литературе [1].

## 1.4. Резьбовые соединения

### 1.4.1. Классификация резьбы

**По форме основной поверхности** различают **цилиндрические** и **конические** резьбы. Наиболее распространена цилиндрическая резьба. Коническую применяют для плотных соединений труб, масленок, пробок и т.п.

**По форме профиля** резьбового выступа различают треугольные, круглые, прямоугольные, трапецидальные и упорные резьбы. Форма профиля тесно связана с назначением резьбы: для образования соединений используются треугольные и круглые (**крепежные**) резьбы, а в винтовых механизмах – прямоугольные, трапецидальные и упорные (**ходовые**) резьбы. Такое распределение объясняется более высокой относительной прочностью крепежной резьбы и бóльшими силами трения в соединении крепежной резьбой.

**По направлению винтовой линии** различают **правую** и **левую** резьбу. У правой резьбы винтовая линия идет слева направо и вверх, у левой – справа налево и вверх. Обычно применяют правую резьбу, левую – только в некоторых специальных случаях.



Треугольные резьбы делятся на **метрические** и **дюймовые**. Геометрические параметры метрической резьбы выражены в миллиметрах, дюймовой – в долях дюйма.

Разновидность дюймовой резьбы – **трубная** резьба, резьбовые выступы и впадины которой скруглены. Соединения трубной резьбой имеют меньшие зазоры, чем соединения метрической резьбой, поэтому применяются в трубопроводной арматуре.

Преимущественное применение имеют треугольные резьбы, они и будут рассмотрены в дальнейшем.

#### 1.4.2. Геометрические параметры треугольной резьбы

Основные геометрические параметры (рис. 1.3):  $\alpha$  – угол профиля, для метрической резьбы  $\alpha = 60^\circ$ , для дюймовой резьбы  $\alpha = 55^\circ$ ;  $d$  – наружный диаметр;  $d_1$  – внутренний диаметр;  $d_2$  – средний диаметр;  $p$  – шаг резьбы.

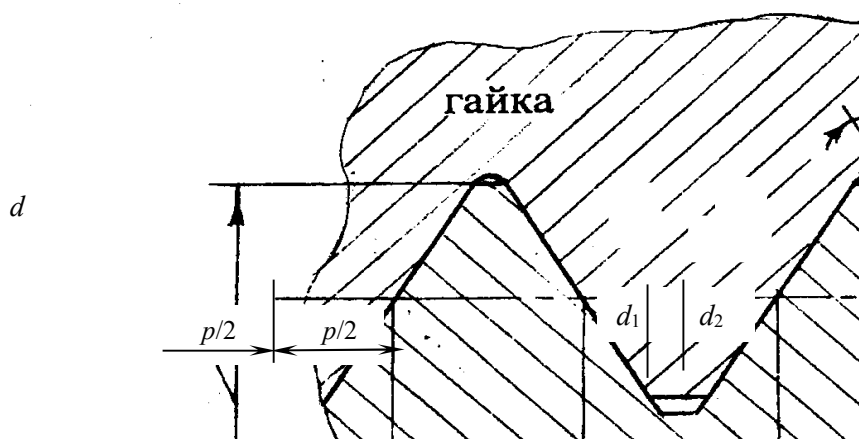


Рис. 1.3. Основные геометрические параметры треугольной резьбы

Шаг резьбы – расстояние между одноименными сторонами соседних профилей, измеренное в направлении оси резьбы. По величине шага различают резьбы с крупным шагом и с мелкими шагами. Крупный шаг для определенного  $d$  один, а мелких шагов несколько. С уменьшением шага, соответственно, уменьшаются размеры резьбового выступа и угол подъема витка (см. ниже).

По образующей воображаемого цилиндра, диаметр которого равен среднему диаметру резьбы, ширина резьбового выступа равна ширине впадины (и равна  $b/2$ ).

Кроме того, выделяют такие параметры, как  $n$  – число заходов;  $p_1 = np$  – ход резьбы, т. е. перемещение гайки по винту за один оборот;  $\psi$  – угол подъема витка.

Под углом  $\psi$  подразумевается угол подъема развертки винтовой линии по среднему диаметру:

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{p_1}{\pi d_2} = \operatorname{arctg} \frac{np}{\pi d_2}. \quad (1.8)$$

От величины  $\psi$  зависит, будет ли резьба **самотормозящейся**. Самоторможение – неперенное условие для крепежной резьбы, поскольку без его соблюдения соединение не в состоянии выдерживать осевую нагрузку. В однозаходной треугольной резьбе  $\psi = 2^\circ 30' \dots 3^\circ 30'$ , что дает гарантированное самоторможение.

#### 1.4.3. Предотвращение самоотвинчивания в резьбовых соединениях

Весьма часто резьбовые соединения эксплуатируются в условиях вибрации, переменных и ударных нагрузок. При этом обеспечения условия самоторможения недостаточно для предотвращения самоотвинчивания, так как вследствие переменного характера нагрузки силы трения в резьбе понижаются.

Существует много способов дополнительного **стопорения** резьб [1, 2]. Способы первой группы направлены на повышение и стабилизацию сил трения в резьбе. Основные и наиболее часто применяемые из них – постановка **контргайки** и **пружинной шайбы**. Контргайка создает дополнительное натяжение, а, следовательно, и трение в резьбе, не зависящее от внешней нагрузки. Пружинная шайба представляет собой, по сути дела, виток пружины и поддерживает натяг и трение в резьбе на участке самоотвинчивания в один – два оборота гайки.

Способы второй группы сводятся к жесткому креплению элементов (гайки с болтом, гайки или винта с деталью). Одним из таких способов является применение в соединении специальной **корончатой гайки со шплинтом**. Корончатая гайка имеет кольцевой выступ с прорезями (коронку). Шплинтом называется деталь, изготовленная из проволоки полукруглого сечения. После навинчивания гайки на резьбовый стержень шплинт вставляется в прорезь коронки так, что проходит через коронку и резьбовый стержень насквозь (в стержне заранее сделано отверстие под шплинт). Затем концы шплинта отгибают, после чего шплинт надежно фиксирует гайку относительно резьбового стержня.

Указанными способами можно предотвратить самоотвинчивание в большинстве резьбовых соединений. В противном случае следует обратиться к литературе и подобрать приемлемый способ.

#### 1.4.4. Расчет резьбовых соединений на прочность

Основные виды разрушения резьбовых соединений – срез витков и разрыв резьбового стержня. Касательные напряжения среза зависят, при равных фиксированных диаметре и шаге резьбы, от количества витков резьбы, по которым распределяется нагрузка, т.е. от высоты гайки. Поэтому добиться равнопрочности резьбы и стержня винта можно подбором высоты гайки. Стандартная высота нормальной гайки  $H \approx 0,8d$ , и именно такая высота дает выполнение условия равнопрочности. Следовательно, при использовании в болтовом соединении гайки нормальной высоты исключается необходимость рассмотрения прочности витков, и расчет соединения сводится к **расчету стержня болта (винта)**.

Ниже рассмотрены распространенные в конструкциях ММ и роботов случаи нагружения резьбового стержня.

**Случай 1.** Стержень винта нагружен только внешней растягивающей силой  $F$ , затяжка соединения отсутствует.

Опасное сечение – по внутреннему диаметру резьбы. Условие прочности по напряжениям растяжения в стержне

$$\sigma = \frac{F}{\frac{\pi d_1^2}{4}} = \frac{4F}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]. \quad (1.9)$$

Допускаемые напряжения  $[\sigma]$  здесь и далее см. в табл. 1.2.

**Случай 2.** Внешняя нагрузка отсутствует, соединение затянуто.

Случай характерен для крепления ненагруженных герметичных крышек, люков и т. п.

Стержень болта растягивается осевой **силой затяжки**  $F_{\text{зат}}$  и закручивается **моментом сил**  $T$ , необходимым для обеспечения затяжки. Величина  $F_{\text{зат}}$  определяется из условия герметичности по рекомендациям, учитывающим опыт эксплуатации аналогичных соединений. Расчет стержня производится по **эквивалентному напряжению**, учитывающему наличие как нормальных напряжений растяжения, так и касательных напряжений кручения. Для стандартной метрической резьбы соотношение эквивалентного и нормального напряжений выражается зависимостью  $\sigma_3 \approx 1,3\sigma$ , что позволяет рассчитывать стержень болта по формуле

$$\sigma_3 = \frac{1,3F_{\text{зат}}}{\frac{\pi d_1^2}{4}} = \frac{5,2F_{\text{зат}}}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]. \quad (1.10)$$

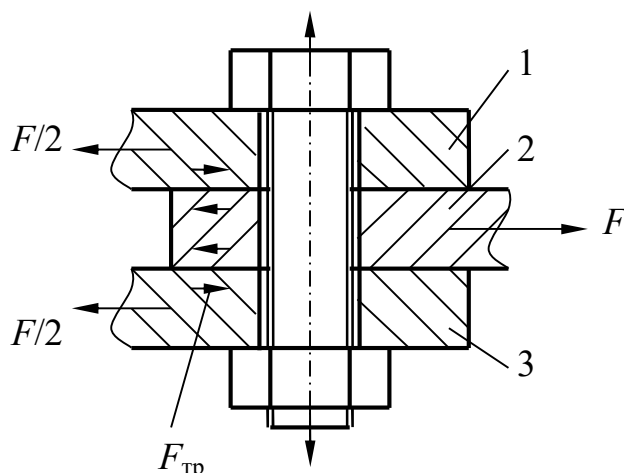
**Случай 3.** Соединение нагружено силами, сдвигающими детали в стыке, болт поставлен в отверстия с зазором. Пример – соединение, показанное на рис. 1.4.

Для упрощения расчета принято следующее допущение: болт не касается своей боковой поверхностью стенок отверстий в деталях. Следовательно, сдвигу деталей препятствуют только силы трения в стыке.

Условие отсутствия сдвига может быть получено из рассмотрения равновесия детали 2:

$$F = iF_{\text{тр}} = iF_{\text{зат}}f, \quad (1.11)$$

где  $i$  – число плоскостей стыка деталей;  $f$  – коэффициент трения скольжения в стыке (для стальных деталей  $f = 0,15 \dots 0,2$ ).



**Рис. 1.4. Соединение, нагруженное поперечными силами (болт в отверстии с зазором)**

Требованиям практики равенство (1.11) не удовлетворяет, так как малейшее увеличение силы  $F$  или уменьшение коэффициента трения (например, в результате попадания смазки в соединение) приведет к сдвигу деталей. Поэтому вместо (1.11) используется выражение

$$KF = iF_{\text{зат}}f, \quad (1.12)$$

откуда

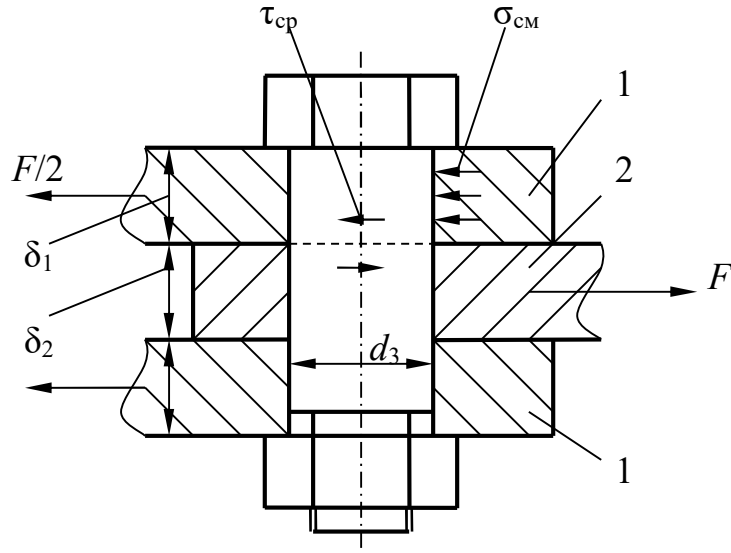
$$F_{\text{зат}} = \frac{KF}{if}, \quad (1.13)$$

где  $K$  – коэффициент запаса. При статической нагрузке  $K = 1,3 \dots 1,5$ , при переменной нагрузке  $K = 1,8 \dots 2$ .

После определения  $F_{\text{зат}}$  прочность болта оценивают по формуле (1.10).

**Случай 4.** Соединение нагружено силами, сдвигающими детали в стыке, болт поставлен без зазора. Такие соединения (рис. 1.5) образуются с помощью болтов по ГОСТ 7817, имеющих гладкую рабочую часть, диаметр которой  $d_3$  больше диаметра резьбы  $d$ . Отверстия под болты обрабатывают разверткой, в результате посадки болтов в отверстиях получаются переходные или с натягом.

Сдвигающие силы вызывают в стержне болта напряжения среза и смятия. Резьба в соединении играет вспомогательную роль, фиксируя соединяемые детали одну относительно другой.



**Рис. 1.5. Соединение, нагруженное поперечными силами (болт в отверстии без зазора)**

Напряжение среза в стержне болта в соединении по рис. 1.5

$$\tau = \frac{4F}{\pi d_3^2 i} \leq [\tau], \quad (1.14)$$

где  $i$  – число плоскостей среза (на рис. 1.5  $i = 2$ ).

Напряжение смятия для крайней детали

$$\sigma_{см1} = \frac{F}{2d_3\delta_1} \leq [\sigma_{см}]; \quad (1.15)$$

для средней детали

$$\sigma_{см2} = \frac{F}{d_3\delta_2} \leq [\sigma_{см}]. \quad (1.16)$$

Формулы (1.15), (1.16) справедливы как для болта, так и для деталей. Из двух значений  $\sigma_{см}$  расчет прочности выполняют по наибольшему, а допускаемое напряжение определяют по более слабому материалу болта или детали. Обычно

диаметр болта находят из условия прочности на срез, а затем производят проверку по напряжениям смятия.

**Случай 5.** Болт затянут, внешняя нагрузка раскрывает стык деталей. В качестве примера могут быть рассмотрены болты крепления крышки резервуара к корпусу (рис. 1.6).

Внутри резервуара находится газ под избыточным давлением  $p$ . Очевидно, что затяжка болтов должна обеспечивать герметичность соединения, для чего болты предварительно (до того, как в резервуар подается газ) затягивают. При этом болты и стык деформируются: болты растягиваются, стык сжимается. Сжатие стыка происходит в основном за счет прокладки, если предусмотрена мягкая прокладка. Если же прокладка металлическая, то главную роль играет податливость фланцев крышки и корпуса. После того, как в резервуаре установилось давление  $p$ , приходящаяся на болт внешняя нагрузка

$$F = \frac{p\pi D^2}{4z}, \quad (1.17)$$

где  $z$  – число болтов.

Под действием внешней нагрузки дополнительно растягиваются. Но при этом крышка приподнимается, растягивает болты, и сжатие стыка уменьшается на величину дополнительной деформации болтов. Таким образом, с одной стороны, имеет место приращение нагрузки на болт за счет силы давления газа на крышку, а с другой – уменьшается нагрузка на болт со стороны стыка, возникшая в результате предварительной затяжки. В итоге суммарное увеличение нагрузки на болт оказывается значительно меньше, чем  $F$  по (1.17).

Расчетная суммарная нагрузка на болт

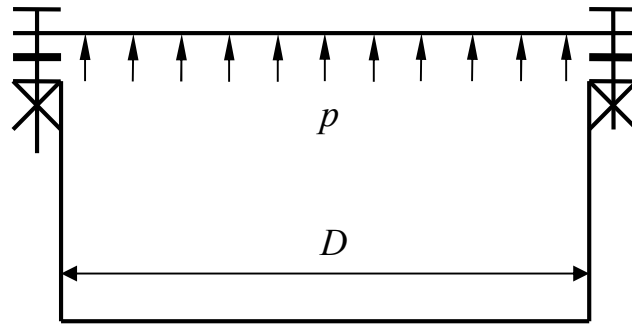
$$F_p = F_{\text{зат}} + \chi F, \quad (1.18)$$

где  $\chi = 0,2 \dots 0,3$  – коэффициент внешней нагрузки.

Силу затяжки рекомендуется принимать

$$F_{\text{зат}} = k_{\text{зат}} F, \quad (1.19)$$

где  $k_{\text{зат}}$  – коэффициент затяжки.



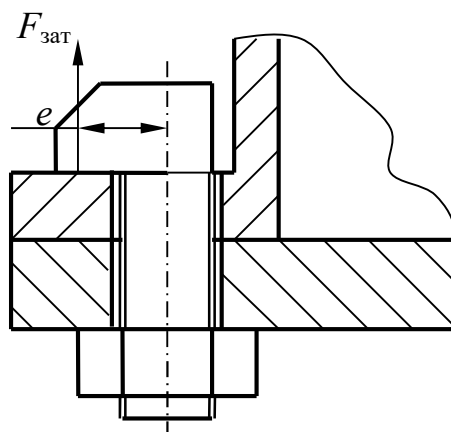
**Рис. 1.6. Соединение «болт затянут, внешняя нагрузка раскрывает стык»**

По условию герметичности: при мягкой прокладке  $k_{\text{зат}} = 1,3 \dots 2,5$ ; при металлической фасонной прокладке  $k_{\text{зат}} = 2 \dots 3,5$ ; при металлической плоской прокладке  $k_{\text{зат}} = 3 \dots 5$ .

После того, как найдена  $F_p$ , проверяют болт на прочность по формуле

$$\sigma_s = \frac{5,2F_p}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]. \quad (1.20)$$

**Случай 6.** Эксцентрично нагруженный болт. Пример – нагружение болта с молотовидной головкой (рис. 1.7). Такие болты используют, когда невозможно расположить в отверстии обычный болт (отверстие слишком близко к стенке), а также в некоторых других случаях.



**Рис. 1.7. Соединение болтом с молотовидной головкой**

Затяжка соединения вызывает возникновение в стержне болта напряжений растяжения



$$\sigma_p = \frac{4F_{\text{зат}}}{\pi d_1^2} \quad (1.21)$$

и напряжений изгиба

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{32F_{\text{зат}}e}{\pi d_1^3}, \quad (1.22)$$

где  $e$  – эксцентриситет силы затяжки.

Для сопоставления величин составляющих напряжений предположим, что  $e = d_1$ . Тогда

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{32F_{\text{зат}}}{\pi d_1^2}; \quad (1.23)$$

$$\sigma_{\text{и}} / \sigma_p = 8. \quad (1.24)$$

Из (1.24) видно, что из двух составляющих гораздо более опасно напряжение изгиба. Следовательно, эксцентричного нагружения болтов нужно всемерно избегать, а в тех случаях, когда использование эксцентрично нагруженного болта является технической необходимостью, обязательно учитывать его в расчетах.

Суммарное напряжение в стержне болта с учетом напряжения кручения

$$\sigma_p = \frac{5,2F_{\text{зат}}}{\pi d_1^2} + \frac{32F_{\text{зат}}e}{\pi d_1^3} \leq [\sigma]. \quad (1.25)$$

Из формулы (1.25) видно, что напряжение изгиба составляет существенную часть расчётного напряжения. Поэтому в случаях, когда эксцентричное нагружение не вызвано конструктивной необходимостью, его следует всемерно избегать.

#### 1.4.5. Материалы и допускаемые напряжения

Стандартные крепежные изделия изготавливают обычно из сталей марок Сталь10...Сталь 35, так как эти дешевые стали позволяют выпускать большие количества изделий наиболее производительными методами. Стали с более высокими прочностными характеристиками применяют для изготовления

высоконагруженных деталей в ответственных соединениях. В этих случаях может предусматриваться также термическая обработка.

Особое внимание следует уделять защите соединений от коррозии. С этой целью стандарты предусматривают больше десятка различных видов покрытий болтов, шпилек и гаек применительно к различным агрессивным средам – от цинкового с хромированием до серебряного. В тех случаях, когда вид среды неизвестен, можно рекомендовать достаточно простые и дешевые покрытия, такие как кадмиевое с хромированием (группа 02).

В технически обоснованных случаях крепежные детали выполняют из цветных металлов и сплавов.

Допускаемые напряжения при расчете резьбовых соединений на прочность сведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

**Допускаемые напряжения**

Случай соединения	Номер формулы	Значение допускаемого напряжения
1	(1.9)	$[\sigma] = 0,6\sigma_T$
2,3,5	(1.10), (1.20)	$[\sigma] = \sigma_T/[s]$ ; [s] – по табл. 1.3 для неконтролируемой затяжки; [s] = 1,5...2,5 – для контролируемой затяжки
4	(1.14), (1.15), (1.16)	$[\tau] = 0,4\sigma_T$ – для статической нагрузки; $[\tau] = (0,2...0,3)\sigma_T$ – для переменной нагрузки; $[\sigma_{см}] = 0,8\sigma_T$ – сталь; $[\sigma_{см}] = (0,4...0,5)\sigma_T$ – чугун
6	(1.25)	$[\sigma] = 0,6\sigma_T$

Различают затяжку **контролируемую** и **неконтролируемую**. Контролируемая затяжка осуществляется с помощью специальных динамометрических ключей и ключей предельного момента, дающих возможность затянуть соединение заданной силой (и не большей). Существуют также и другие средства и методы контроля затяжки, к которым следует прибегать там, где это оговорено техническими требованиями. Судя по величинам запасов прочности (табл. 1.3), контролируемая затяжка позволяет существенно повысить надежность соединений.

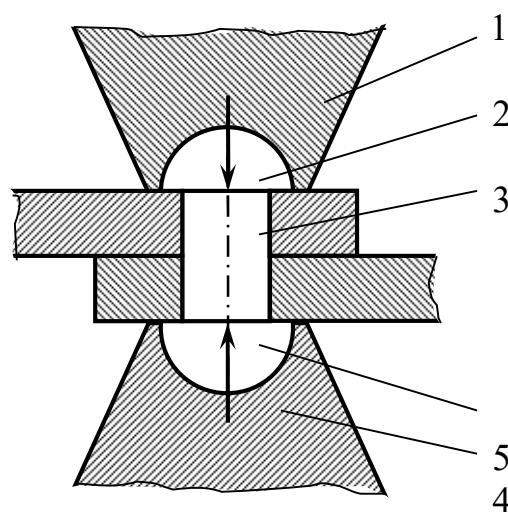
**Запасы прочности при неконтролируемой затяжке**

Материал болта	Запас прочности [s] для резьбы		
	M6...M16	M16...M30	M30...M60
Углеродистая сталь	5...4	4...2,5	2,5...1,5
Легированная сталь	6,5...5	5...3,3	3,3

**1.5. Заклепочные соединения****1.5.1. Разновидности заклепочных соединений**

Заклепочное соединение образуется расклепыванием стержня заклепки, вставленной в отверстия деталей (рис. 1.8). Обжимка 1 формирует замыкающую головку 2 заклепки 3, причем вследствие пластических деформаций стержень заклепки заполняет зазор в отверстиях. Поддержка 4 фиксирует закладную головку 5 заклепки.

Силы, вызванные упругими деформациями деталей и стержня заклепки, стягивают детали. Сдвигу деталей препятствует сопротивление стержня заклепки и частично силы трения между деталями.

**Рис. 1.8. Заклепочное соединение**

Отверстия в деталях сверлят или продавливают. Сверление менее производительно, но придает соединению повышенную прочность. В ответственных соединениях предусматривается обязательное совместное сверление отверстий в деталях, что дополнительно повышает надежность соединения.

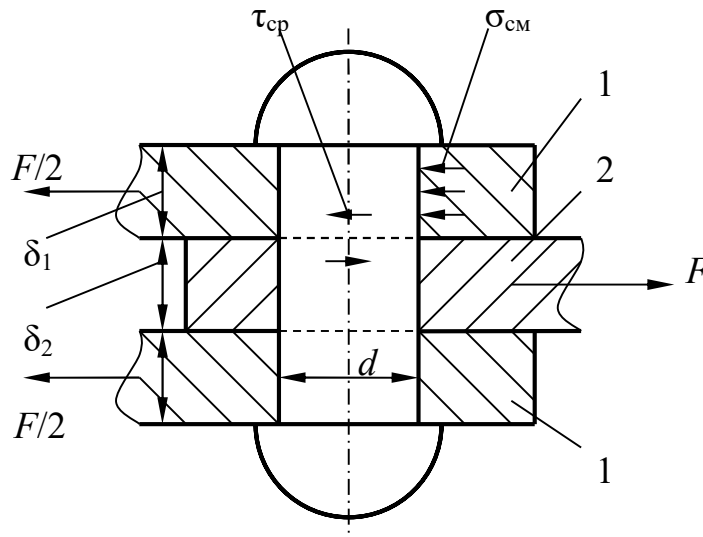
Клепку можно производить вручную и машинным способом (пневматическими молотками, прессами и т. п.).

Стальные заклепки диаметром до 10 мм и заклепки из цветных металлов ставят без нагрева, поэтому процесс расклепывания называют **холодной клепкой**. Стальные заклепки большого диаметра ставят с нагревом. Нагрев повышает пластичность заклепки, облегчает расклепывание, улучшает заполнение отверстия и повышает натяг в соединении, связанный с температурными деформациями при остывании. В этом случае образование соединения называют **горячей клепкой**.

Применяют заклепки с полукруглой головкой (такая заклепка показана на рис. 1.8), с потайной и полупотайной головками. Кроме того, существуют различные типы специальных заклепок: пустотелые и полупустотелые, заклепки для односторонней клепки и т. д. Геометрическая форма и размеры заклепок нормальной точности оговариваются ГОСТ 10299, ГОСТ 10300, заклепок повышенной точности – ГОСТ 14787, ГОСТ 14798, ГОСТ 14801.

Листовые детали соединяются заклепочными **швами**. В зависимости от назначения различают швы **прочные, плотные и прочноплотные**. Прочные швы применяют в металлоконструкциях, плотные – в резервуарах для хранения жидкостей и газов с невысоким давлением, прочноплотные – в резервуарах для хранения жидкостей и газов с высоким давлением. Плотность шва достигается постановкой заклепок с шагом, не большим некоторого строго определенного значения.

По конструктивному признаку различают швы **однорядные и многорядные**, соединения **внахлестку и встык, односрезные и многосрезные**. На рис. 1.9 приведен пример двухсрезного соединения внахлестку.



**Рис. 1.9.** Двухсрезное заклепочное соединение внахлестку

Применение заклепочного соединения целесообразно в тех случаях, когда материалы деталей плохо соединяются сваркой, а также в тех конструкциях, где важно растянуть во времени процесс разрушения.

К недостаткам соединения относятся трудоемкость выполнения длинных заклепочных швов, вредность работы клепальщика, существенное ослабление соединяемых деталей отверстиями под заклепки.

### 1.5.2. Расчет заклепочного соединения на прочность

На основные размеры заклепочных соединений выработаны нормы, по которым выбирают диаметры отверстия и заклепки, шаг шва и расстояние от шва до края деталей, а также толщину деталей. Расчет заклепки обычно носит проверочный характер.

Рассмотрим соединение, нагруженное силами, сдвигающими детали в стыке (см. рис. 1.9). Его расчет аналогичен приведенному выше расчету резьбового соединения болтом, поставленным в отверстия без зазора, поэтому дополнительных пояснений не требует.

Условие прочности заклепки по напряжениям среза выражается формулой

$$\tau = \frac{4F}{\pi d^2 i} \leq [\tau_{\text{ср}}], \quad (1.26)$$

условия прочности по напряжениям смятия:

$$\sigma_{\text{см1}} = \frac{F}{2d \delta_1} \leq [\sigma_{\text{см}}], \quad (1.27)$$

$$\sigma_{\text{см2}} = \frac{F}{d \delta_2} \leq [\sigma_{\text{см}}]. \quad (1.28)$$

Допускаемые напряжения для заклепки из стали Ст3 принимают такими:  $[\tau_{\text{ср}}] = 140$  (100) МПа;  $[\sigma_{\text{см}}] = 320$  (280) МПа. Первые числа – для отверстий, полученных сверлением, значения в скобках – для отверстий, полученных продавливанием.

Материал заклепки должен отвечать следующим требованиям:

- обладать пластичностью;
- не принимать закалки при горячей клепке;
- не образовывать с материалом деталей гальванической пары.

## 1.6. Сварные соединения

### 1.6.1. Виды сварки

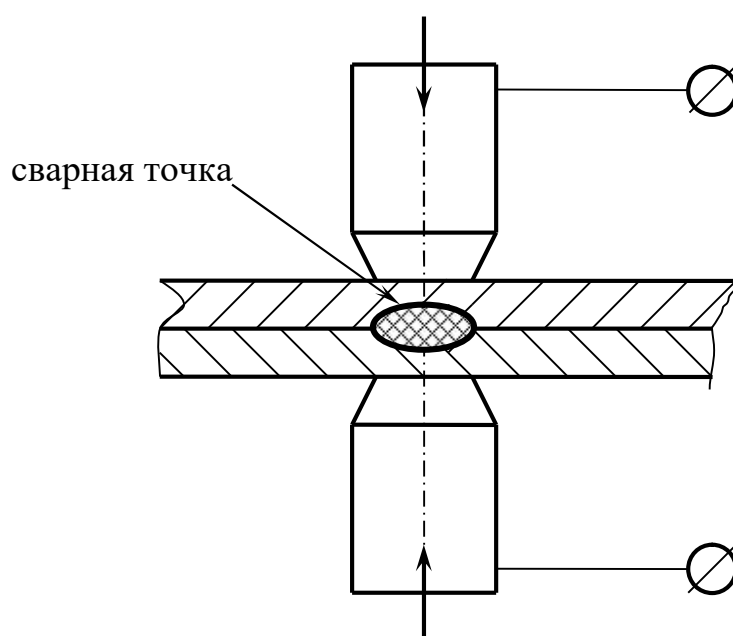
Из всего многообразия применяемых в настоящее время в производстве видов сварки преимущественно используются **электродуговая** и **контактная**.

В электродуговой сварке образование соединения основано на заполнении стыка между деталями металлом **электрода**, расплавленного электрической дугой. Данный способ требует качественного прогрева кромок деталей и предотвращения доступа в зону сварки кислорода и азота воздуха. Последнее обеспечивается специальным покрытием электрода, которое, разлагаясь под действием температуры дуги, выделяет большое количество газа, инертного по отношению к металлу.

Различают **ручную** и **автоматическую** электродуговую сварку. Шов, выполненный сварочным автоматом, имеет более высокое качество, а следовательно, и большую статическую и усталостную прочность. Однако выполнить соединение автоматически далеко не всегда возможно.

Контактная сварка является высокопроизводительным методом и применяется для соединения листовых деталей толщиной до 4 мм. Она основана на использовании повышенного **электрического сопротивления** зоны контакта деталей. Различают **точечную**, **шовную** и **стыковую** контактную сварку.

Сущность контактной сварки поясним на примере ее точечной разновидности (рис. 1.10).



**Рис. 1.10. Схема контактной точечной сварки**

Детали сжимаются электродами. Ток течет между электродами, при этом теплота в основном выделяется на поверхности контакта деталей; металл плавится, и образуется сварная точка.

Шовная сварка выполняется аналогично, но в качестве электродов применяют диски, которые перекатываются по деталям в направлении шва. Появляется возможность провести герметичный шов.

Стыковая контактная сварка применяется для соединения встык деталей типа стержней со сравнительно небольшой площадью поперечного сечения.

Достоинства сварного соединения следующие:

- высокая производительность и сравнительно невысокая трудоемкость сварки;
- простота обеспечения равнопрочности изделия, снижение его массы и стоимости.

Недостатки:

- необходимость правильного выбора материалов деталей;
- наличие в шве дефектов (неоднородностей, микротрещин и т. п.) и, как следствие, снижение прочности соединения.

Лучше всего свариваются детали из низкоуглеродистых сталей, например, из стали Ст3. Стали углеродистые и легированные требуют для сварки применения специальных приемов: предварительного прогрева деталей, подачи инертного газа в зону сварки и т. д.

#### 1.6.2. Соединения ручной электродуговой сваркой

Ручная электродуговая сварка представляет собой наиболее универсальный способ образования соединений, поэтому именно она и будет рассмотрена подробно.

Элементы сварных швов, получаемых ручной электродуговой сваркой, указаны в ГОСТ 5264. Стандарт устанавливает четыре типа соединений в зависимости от взаимного расположения соединяемых деталей: **стыковое, нахлесточное, тавровое и угловое.**

Стыковое соединение (рис. 1.11) простое и зачастую наиболее надежное. При толщине деталей  $s \leq 6$  мм их можно соединять без **разделки кромок** (соединение С2). В случае  $s > 6$  мм расплавленный металл электрода не может заполнить зазор между деталями, получается некачественный шов пониженной прочности. Поэтому при толщинах больших 6 мм применяют подварку с другой стороны, одностороннюю и двухстороннюю разделку кромок деталей (например соединения С5 и С21).



Нахлесточное соединение (рис. 1.12) возникло как аналог заклепочного соединения внахлестку. Из всех сварных соединений оно наиболее простое, не требует подготовки кромок независимо от толщины деталей. Возможны одно-стороннее (Н1) и двухстороннее (Н2) нахлесточные соединения.

Тавровое соединение показано на рис. 1.13 и, подобно нахлесточному, может быть односторонним и двухсторонним. Кроме того, при бóльших  $s$  оно выполняется с разделкой кромок пристыковываемой детали.

Угловое соединение (рис. 1.14) часто применяется при изготовлении различного рода металлических емкостей – корпусов, коробов и т. п.

Различают два вида **швов**: **стыковой** шов – для образования стыковых соединений; **угловой** шов – для всех остальных соединений.

В обозначение типа **электрода** для ручной электродуговой сварки по ГОСТ 9467 входит буква «Э» и число, равное пределу прочности металла электрода, выраженному в кгс/мм<sup>2</sup>, например Э42, Э50А. Буква «А» в обозначении показывает, что химический состав электрода подвергается дополнительному контролю. Такие электроды применяются в ответственных соединениях для повышения надежности конструкции.

Стандарт устанавливает ряд диаметров электродов в миллиметрах: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12... Для ручной сварки используют электроды небольших диаметров, как правило, до 6 – 8 мм, так как при этом достигается наивысшее качество шва в сочетании с невысокой трудоемкостью сварки.

### 1.6.3. Расчет сварных соединений на прочность

Расчет **стыкового шва** производится следующим образом.

Напряжение в шве от растягивающей нагрузки (см. рис. 1.11) определяют по формуле

$$\sigma = \frac{F}{bs} \leq [\sigma'] = (0,9...1,0)[\sigma_p], \quad (1.29)$$

где  $b$  – длина шва;  $[\sigma']$  – допускаемое напряжение для материала шва;  $[\sigma_p]$  – допускаемое напряжение растяжения для материала деталей.

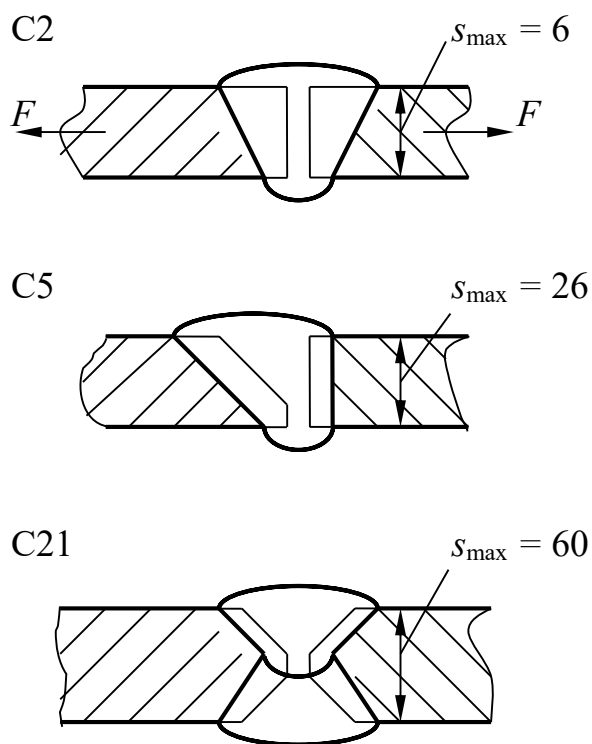


Рис. 1.11. Стыковое сварное соединение

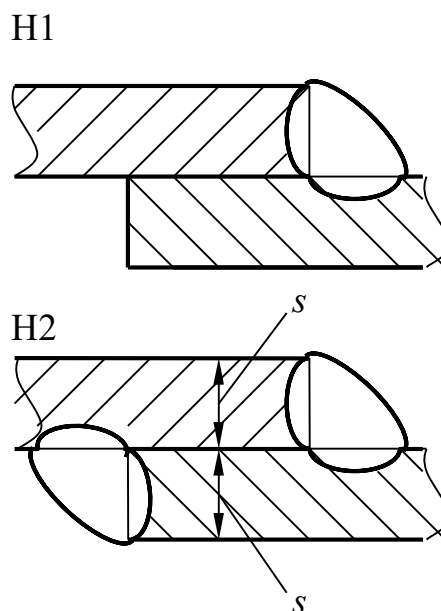


Рис. 1.12. Наклесточное сварное соединение

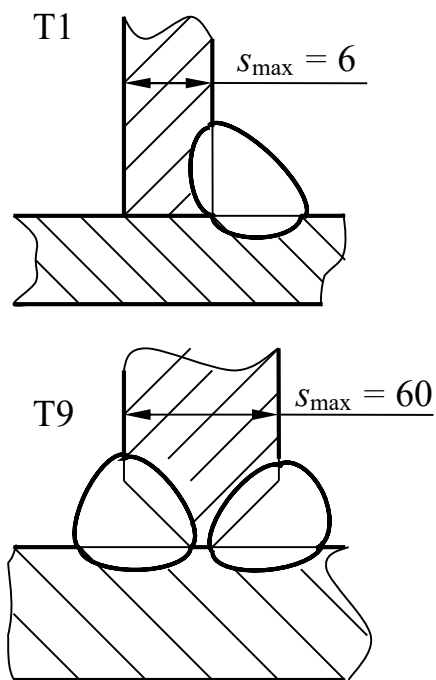


Рис. 1.13. Тавровое сварное соединение

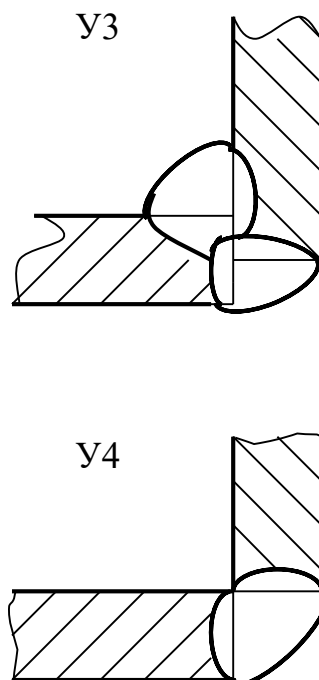


Рис. 1.14. Угловое сварное соединение

Предполагается, что стыковой шов практически равнопрочен с соединяемыми деталями. В формуле (1.29) коэффициент 0,9 принимают при электродах Э42, Э50, а коэффициент 1,0 – при электродах Э42А, Э50А.

Напряженное состояние **углового шва** в нахлесточном и тавровом соединениях существенно отличается от напряженного состояния стыкового шва даже при простейшем нагружении растягивающими силами. В материале шва возникают как нормальные, так и касательные напряжения. Инженерный расчет производится упрощенно по касательным напряжениям. По форме швы разделяют на нормальные в виде равнобедренного прямоугольного треугольника, выпуклые и вогнутые. Вогнутые швы лучше сопротивляются переменной нагрузке, но выполнение их связано с дополнительной механической обработкой, а следовательно, и с дополнительными затратами. В дальнейшем рассматриваются **нормальные швы** как самые распространенные в практике.

На рис. 1.15 показано нахлесточное соединение нормальным угловым швом с длиной  $L$  и катетом  $K$ . Разрушение такого шва происходит по биссектрисе  $AB$  прямого угла, что предсказано теорией и подтверждено практикой.

Площадь опасного сечения шва

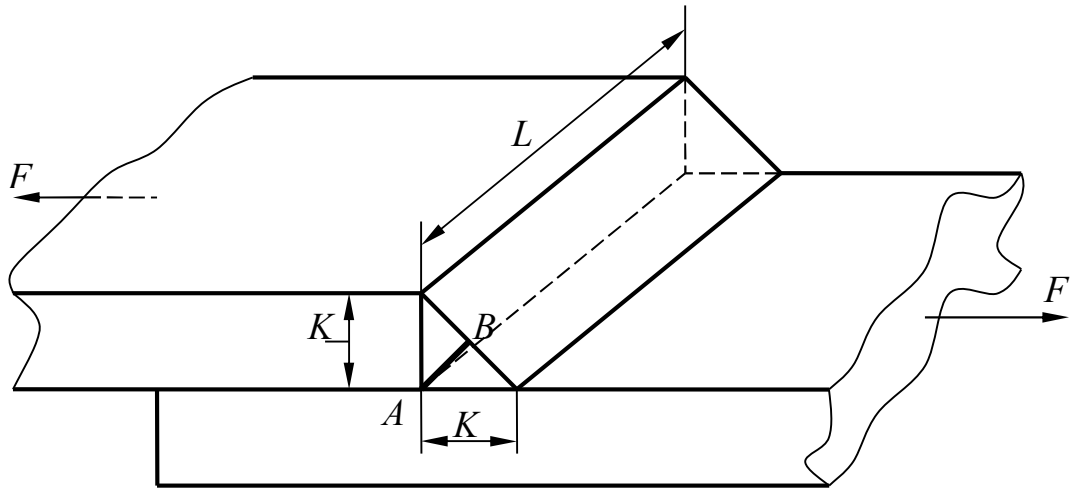
$$A_{o.c} = AB \cdot L \approx 0,7KL. \quad (1.30)$$

Условие прочности шва

$$\tau = \frac{F}{A_{o.c}} = \frac{F}{0,7KL} \leq [\tau']. \quad (1.31)$$

Допускаемое касательное напряжение для сварных швов, выполненных электродами Э42, Э50, принимают  $[\tau'] = 0,6[\sigma_p]$ , а для швов, выполненных электродами Э42А, Э50А, –  $[\tau'] = 0,65[\sigma_p]$ .

По расположению относительно направления нагрузки различают швы **фланговые** (параллельные нагрузке), **лобовые** (перпендикулярные нагрузке) и **косые**. Напряжения в лобовом и фланговом швах различаются (при прочих равных условиях), но в инженерных расчетах касательные напряжения с достаточной степенью точности определяются по одним и тем же формулам.

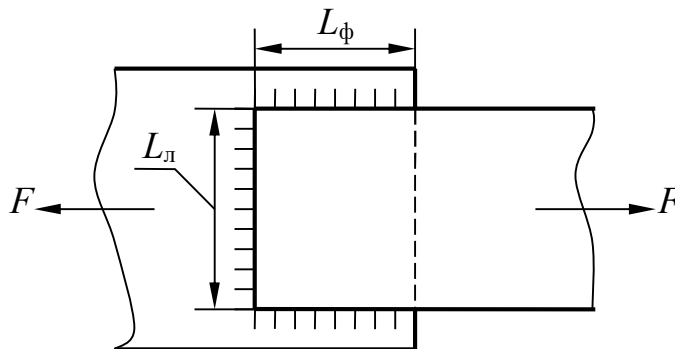


**Рис. 1.15. Геометрия углового шва**

На рис. 1.16 приведено соединение двумя фланговыми и одним лобовым швами. Для этого случая формула (1.31) принимает следующий вид:

$$\tau = \frac{F}{0,7K(2L_{\phi} + L_{л})} \leq [\tau'], \quad (1.32)$$

где  $L_{\phi}$ ,  $L_{л}$  – длины флангового и лобового швов.



**Рис. 1.16. Вариант нахлесточного соединения двумя фланговыми и одним лобовым швами**

Соединения, показанные на рис. 1.17, нагруженные парой сил с моментом  $T$ , рассчитываются по следующим формулам:

соединение на рис. 1,17, а:

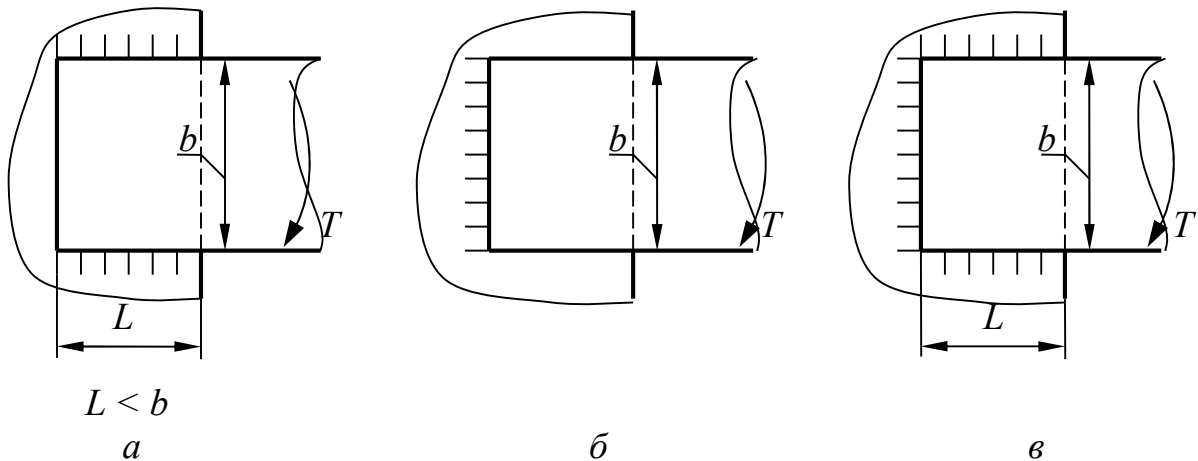
$$\tau = \frac{T}{0,7K L b} \leq [\tau']; \quad (1.33)$$

на рис. 1.17, б:

$$\tau = \frac{6T}{0,7Kb^2} \leq [\tau']; \quad (1.34)$$

на рис. 1.17, в:

$$\tau = \frac{T}{0,7K L b + 0,7K \frac{b^2}{6}} \leq [\tau']. \quad (1.35)$$



**Рис. 1. 17. Соединения, нагруженные парой сил с моментом  $T$**

В тех случаях, когда соединение находится одновременно под действием различных нагрузок (поперечная и продольная силы, крутящий момент и т.п.), расчет ведут, исходя из принципа независимости действия сил.

### **Контрольные вопросы**

1. Что называется соединением? Какие виды соединений используются в технике?
2. Как выполняется расчёт на прочность соединения призматической шпонкой?
3. Дайте сравнительную характеристику шпоночных и зубчатых соединений.
4. Укажите основные геометрические параметры метрической резьбы.
5. Опишите конструкцию болта в отверстие и-под развёртки.
7. Как выполняется расчёт на прочность эксцентрично нагруженного болта?

8. Как выполняется расчёт на прочность заклёпки?
9. Какие существуют стандартные разновидности соединений ручной электродуговой сваркой?
10. Укажите основные геометрические параметры углового шва.

## 2. ПЕРЕДАЧИ

### 2.1. Общие сведения

**Механической передачей** называется механизм, преобразующий параметры движения при его передаче от двигателя к исполнительным органам машины. Передача осуществляет согласование режима работы двигателя с режимом работы исполнительных органов.

В ряде случаев передачи предназначены для изменения направления движения или для преобразования вращательного движения в поступательное или наоборот.

Часто в функцию передачи входит регулирование частоты вращения (скорости) исполнительного органа при постоянной скорости двигателя. Такая передача называется **вариатором**.

Основными параметрами движения являются **мощность**  $P_1$  на входе и  $P_2$  на выходе передачи и **частоты вращения**  $n_1$  на входе и  $n_2$  на выходе (либо **угловые скорости**  $\omega_1$  и  $\omega_2$  соответственно). Кроме того, различают производные характеристики:

– **коэффициент полезного действия** (КПД)

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}, \quad (2.1)$$

– **передаточное отношение**, определяемое в направлении потока мощности:

$$i = n_1/n_2 = \omega_1/\omega_2. \quad (2.2)$$

По величине  $i$  передачи делятся на понижающие при  $i > 1$  и  $n_1 > n_2$ , или **редукторы**, и повышающие при  $i < 1$  и  $n_1 < n_2$ , или **мультипликаторы**. В большинстве случаев частоту вращения требуется понизить, поэтому редукторы используются значительно чаще, чем мультипликаторы.

Кроме соотношений (2.1) и (2.2) в расчете передач часто используют следующие зависимости:

$$T = P/\omega; \quad (2.3)$$

$$\omega = \pi n/30; \quad (2.4)$$

$$T_2 = T_1 i \eta, \quad (2.5)$$

где  $T$  – крутящий момент на валу передачи.

Формула (2.5) выражает связь между крутящими моментами на выходном валу  $T_2$  и на входном валу  $T_1$ .

Механические передачи делятся на **передачи трением** (фрикционные, ременные) и **передачи зацеплением** (зубчатые, червячные, цепные, винтовые). Передачи зацеплением по сравнению с передачами трением обладают повышенной нагрузочной способностью (или меньшими размерами при равной мощности), обеспечивают высокую точность и большую величину передаточного отношения, могут использоваться в широком диапазоне скоростей.

К недостаткам их можно отнести сложность изготовления, шум при высоких скоростях, неспособность компенсировать динамические нагрузки (жесткость).

Далее о передачах трением дано только общее представление, а передачи зацеплением рассмотрены подробно.

## 2.2. Ременные передачи

Ременная передача (рис. 2.1) состоит из двух **шкивов** – ведущего 1 и ведомого 2, закрепленных на валах, и **ремня** 3, охватывающего шкивы.

Нагрузка передается силами трения, возникающими между ремнем и шкивами вследствие натяжения ремня. Передача также может включать в себя устройство для обеспечения требуемой силы натяжения ремня (**натяжное устройство**).

По форме поперечного сечения ремня различают передачи **плоскоремennые** (рис. 2.2, *а*), **клиноремennые** (рис. 2.2, *б*), **поликлиноремennые** (рис. 2.2, *в*), **круглоремennые**, а также передачи **пленочными ремнями**. Преимущественное распространение имеют передачи первыми двумя видами ремней.



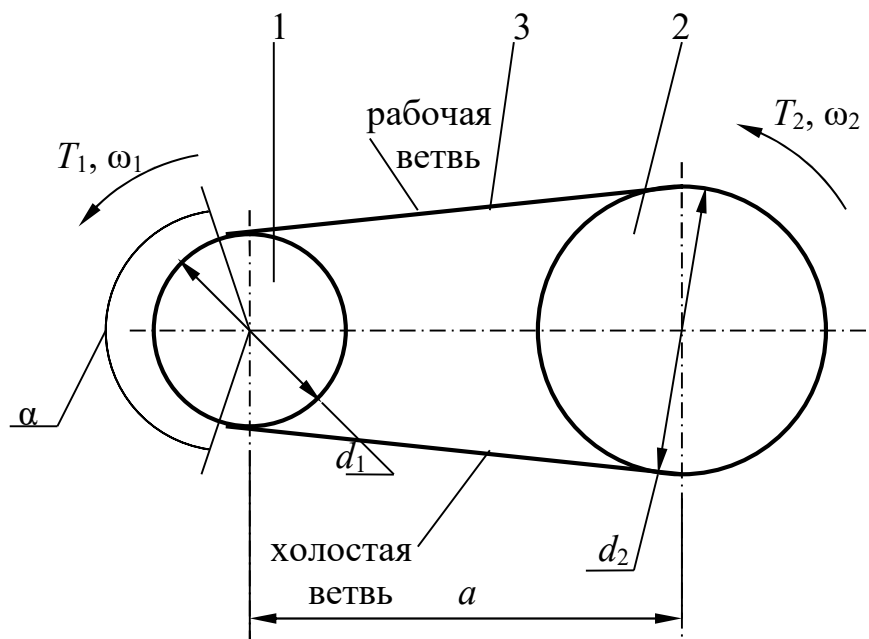


Рис. 2.1. Схема ременной передачи

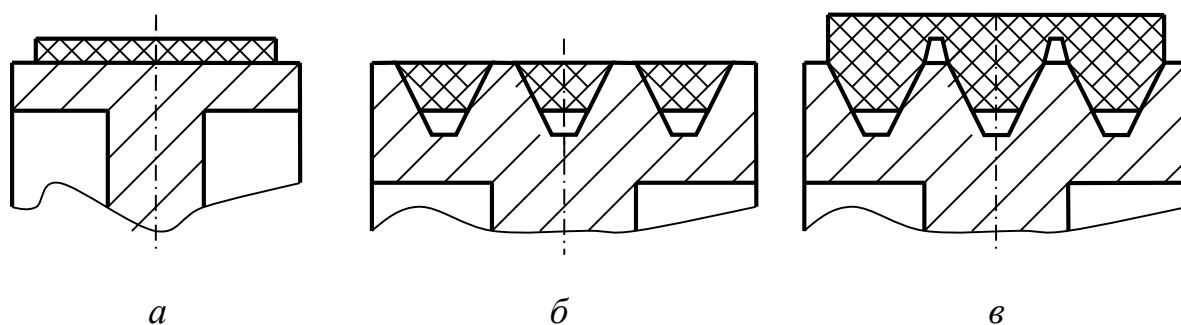


Рис. 2.2. Формы поперечного сечения ремней

Клиноременная передача по сравнению с плоскоременной имеет важные преимущества:

- бóльшие силы трения ремня по шкиву при равных силах натяжения, а следовательно, передача бóльших крутящих моментов и мощностей;
- передача осуществляется, как правило, несколькими клиновыми ремнями, в результате чего повышается ее надежность (выход из строя одного ремня еще не означает остановку механизма, а тем более аварию).

К преимуществам плоскоременной следует отнести:

– возможность обеспечения значительных межосевых расстояний (размер  $a$  на рис. 2.1);

– возможность создания передач с непараллельными осями шкивов.

По способу натяжения ремней различают передачи **с натяжением при сборке, с периодическим подтягиванием и с автоматическим поддержанием натяжения.**

Способ натяжения ремня при сборке передачи самый простой: ремень с усилием надевают на шкивы и подтягивание его по мере износа и неупругой вытяжки не предусматривают. Нагрузочная способность такой передачи понижается, так как со временем натяжение ремня ослабевает.

Более совершенной в конструктивном отношении является передача, в которой возможно периодическое подтягивание ремня. Как правило, это достигается перемещением одного из шкивов, чаще – ведущего, с последующим закреплением на новом месте.

Передача с автоматическим поддержанием необходимого натяжения обычно содержит устройство в виде натяжного (плоскоременная передача) или оттяжного (клиноременная передача) ролика, воздействующего на холостую ветвь ремня. Поджатие ролика к ремню обеспечивается пружиной или грузом.

Установка оттяжного ролика отрицательно сказывается на долговечности ремней, поэтому в клиноременных передачах чаще используют периодическое подтягивание.

К основным геометрическим параметрам ременной передачи относятся **межосевое расстояние  $a$ , диаметры шкивов  $d_1$  и  $d_2$ , длина ремня  $L$ , угол обхвата ремнем малого шкива  $\alpha$ .**

Рекомендуемые величины  $a$ :

для плоскоременных передач

$$a \geq 2(d_1 + d_2); \quad (2.6)$$

для клиноременных передач

$$0,55(d_1 + d_2) + h \leq a \leq 2(d_1 + d_2), \quad (2.7)$$

где  $h$  – высота сечения ремня.

Точное значение передаточного отношения ременной передачи

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)}, \quad (2.8)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент упругого скольжения ремня по шкиву.

При нормальной работе передачи  $\varepsilon = 0,01 \dots 0,03$ .

Соотношение крутящих моментов на шкивах

$$T_1 = \frac{T_2}{i\eta}, \quad (2.9)$$

где  $\eta$  – КПД передачи.

Плоскоременные передачи имеют  $\eta \approx 0,97$ , клиноременные –  $\eta \approx 0,96$ .

Методики расчета ременных передач изложены в работах [1, 3].

## 2.3. Цилиндрические зубчатые передачи

### 2.3.1. Геометрические параметры цилиндрических зубчатых передач

Цилиндрические зубчатые передачи внешнего и внутреннего зацепления относятся к преобразователям вращательного движения с **параллельными осями колес**. Частным случаем такой передачи считают **реечное зацепление**, в котором одно из колес имеет бесконечно большой радиус, вследствие чего вырождается в прямолинейную **зубчатую рейку**.

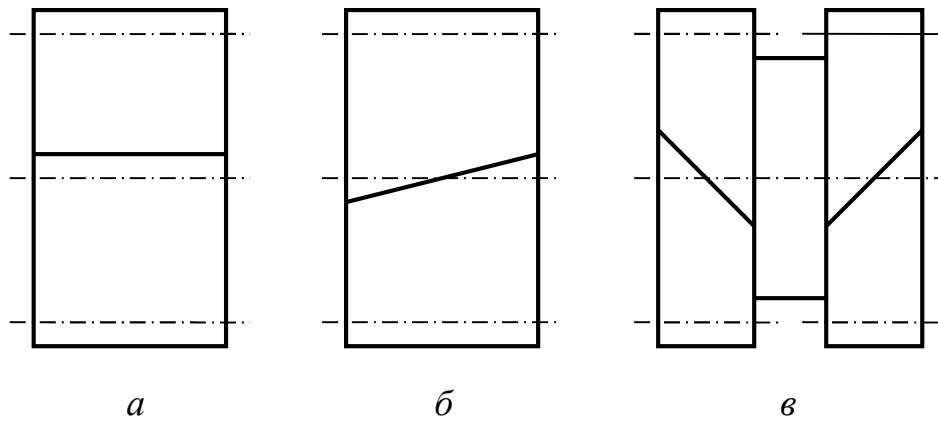
По форме профиля зуба различают передачи **эвольвентные, циклоидные и Новикова**. В зацеплениях эвольвентном и циклоидном боковые стороны профиля зуба очерчены, соответственно, по эвольвенте и циклоиде. В зацеплении Новикова профиль зуба образован дугами окружностей.

Циклоидное зацепление применяется в кинематических передачах приборов. Наибольшее распространение получило эвольвентное зацепление: оно позволяет создавать достаточно прочные и малогабаритные преобразователи движения и обладает существенными технологическими преимуществами.

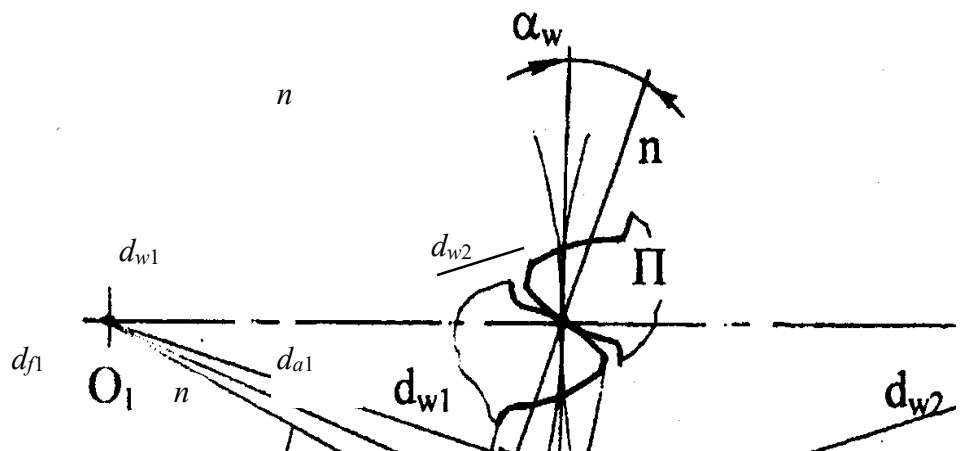
Наиболее высокие прочностные характеристики имеет зацепление Новикова, однако оно значительно сложнее в изготовлении. Далее будут рассматриваться передачи с эвольвентными зубьями.

По расположению зубьев на колесах различают цилиндрические передачи **прямозубые** (зуб расположен по образующей цилиндра), **косозубые** (зуб расположен по винтовой линии) и **шевронные** (рис. 2.3).

Меньшее зубчатое колесо пары (рис. 2.4) называется **шестерней**, большее – **зубчатым колесом** (или просто **колесом**). Параметрам шестерни присваивается индекс 1, параметрам колеса – индекс 2.



**Рис. 2.3. Разновидности цилиндрических зубчатых колес по расположению зубьев:**  
*a* – прямозубое; *б* – косозубое; *в* – шевронное



**Рис. 2.4. Основные геометрические параметры прямозубой передачи**

Термины, определения и методы расчета геометрических параметров зубчатых передач стандартизованы.

Рассмотрим сначала прямозубую передачу, а затем – особенности геометрии косозубой передачи.

**Числа зубьев** –  $z_1$  и  $z_2$ .

Передаточное отношение от шестерни к колесу, называемое **передаточным числом**, равно

$$u = \frac{z_2}{z_1}. \quad (2.10)$$

**Делительный окружной шаг** зубьев  $p$  есть расстояние между сходственными точками двух соседних зубьев по дуге делительной окружности.

**Делительной окружностью** называется окружность, по которой производится деление заготовки на зубья. По дуге делительной окружности толщина зуба равна толщине впадины (и равна  $\frac{p}{2}$ ).

Основной характеристикой размеров зубьев является **модуль**

$$m = \frac{p}{\pi}. \quad (2.11)$$

Значения модулей указаны в ГОСТ 9563, ряд модулей приведён ниже.

Для шестерен и колес без смещения исходного контура (о смещении исходного контура см. ниже):

**высота зуба**

$$h = 2,25m; \quad (2.12)$$

**диаметры делительных окружностей**

$$\begin{aligned} d_1 &= mz_1, \\ d_2 &= mz_2; \end{aligned} \quad (2.13)$$

**диаметры окружностей вершин зубьев**

$$\begin{aligned} d_{a1} &= m(z_1 + 2) = d_1 + 2m, \\ d_{a2} &= m(z_2 + 2) = d_2 + 2m; \end{aligned} \quad (2.14)$$

### диаметры окружностей впадин

$$\begin{aligned}d_{f1} &= m(z_1 - 2,5) = d_1 - 2,5m, \\d_{f2} &= m(z_2 - 2,5) = d_2 - 2,5m;\end{aligned}\tag{2.15}$$

### межосевое расстояние

$$a_w = 0,5m(z_1 + z_2).\tag{2.16}$$

Кроме того, выделяют **начальные окружности**, по которым шестерня и колесо обкатываются в процессе вращения. Диаметры начальных окружностей:

$$\begin{aligned}d_{w1} &= \frac{2a_w}{u + 1}, \\d_{w2} &= 2a_w - d_{w1}.\end{aligned}\tag{2.17}$$

Для передач без смещения  $d_1 = d_{w1}$ ;  $d_2 = d_{w2}$ .

Точка касания начальных окружностей, обозначенная буквой П на рис. 2.4, называется **полюсом зацепления**.

Общая нормаль  $n-n$  к контактирующим поверхностям зубьев, проведенная через точку П, называется **линией зацепления**. При вращении шестерни и колеса точки контакта зубьев находятся на линии  $n-n$ . Угол между линией зацепления и перпендикуляром к **линии центров**  $O_1-O_2$  – **угол зацепления**  $\alpha_w$ . Стандартная величина  $\alpha_w = 20^\circ$ .

На рис. 2.5 показано расположение двух соседних зубьев косоугольного колеса. Сечения зубьев тремя плоскостями – нормальной  $n-n$ , торцовой  $t-t$  и осевой  $a-a$  – дают соответственно **нормальный модуль**  $m$ , **торцовый модуль**  $m_t$  и **осевой модуль**  $m_a$ . В нормальном сечении профиль косоугольного зуба совпадает с профилем прямого зуба, поэтому  $m$  должен быть стандартным. В торцовом и осевом сечениях модули зависят от угла наклона зуба  $\beta$ , стандарт на них не распространяется.

Особое значение имеют геометрические параметры в торцовом сечении:  
модуль торцовый

$$m_t = \frac{m}{\cos \beta};\tag{2.18}$$

диаметр делительный

$$d = m_t z = \frac{mz}{\cos \beta}; \quad (2.19)$$

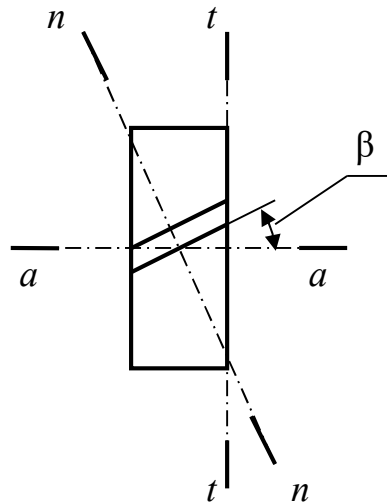


Рис. 2.5. Сечения зубьев косозубого колеса нормальной, торцовой и осевой плоскостями

шаг окружной

$$p_t = \frac{p_n}{\cos \beta}. \quad (2.20)$$

Геометрические параметры зубчатой передачи не исчерпываются указанными выше. Подробнее о геометрии зубчатых передач см., например, работу [2].

Рассмотрим, как число зубьев влияет на их форму.

Одним из наиболее технологичных и широко применяемых способов изготовления зубчатых колес является так называемый **способ обкатки**. Суть способа сводится к тому, что зубонарезающий инструмент в виде зубчатой рейки или шестерни вводится «в зацепление» с заготовкой, и перемещения инструмента и заготовки в процессе обработки подобны перемещениям пары деталей, находящихся в зацеплении.

При изготовлении обкаткой боковые стороны профиля зуба получаются эвольвентными. С увеличением числа зубьев колеса боковые стороны приближаются к прямолинейным, и в предельном случае, когда  $z = \infty$  (зубчатая рейка), профиль приобретает форму равнобокой трапеции. Наоборот, с уменьшением

числа зубьев толщина зуба у основания и вершины уменьшается, кривизна профиля увеличивается. Когда  $z$  становится меньше некоторого минимального значения  $z_{\min}$ , зубья инструмента, проворачиваясь во впадине заготовки, удаляют материал из ножки зуба. Это явление называется **подрезанием ножки**, оно существенно снижает прочность зуба. Для прямозубых передач считают  $z_{\min} = 17$ .

При необходимости выполнения  $z < z_{\min}$ , а также в некоторых других случаях применяют смещение нарезающего инструмента: инструмент отодвигают от положения, соответствующего нарезанию без смещения, на расстояние  $xm$ , где  $x$  – коэффициент смещения исходного контура. Смещение считают положительным, если оно направлено от центра, и отрицательным, если к центру заготовки. Шестерни нарезают при положительном смещении, что позволяет существенно изменить форму зуба: он становится короче и толще, подрезание ножки устраняется.

Нарезание зубьев со смещением является определенным усложнением процесса изготовления, поэтому рекомендуется по возможности не назначать  $z$  меньше  $z_{\min}$ . Увеличения числа зубьев практически всегда можно достичь уменьшением модуля.

### 2.3.2. Силы, действующие в зубчатом зацеплении

На рис. 2.6 показано прямозубое зацепление.

Силу нормального давления зуба шестерни на зуб колеса  $F_n$  можно разложить на две составляющих:

– окружную силу

$$F_t = \frac{2T_2}{d_2}; \quad (2.21)$$

– радиальную силу

$$F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha_w. \quad (2.22)$$



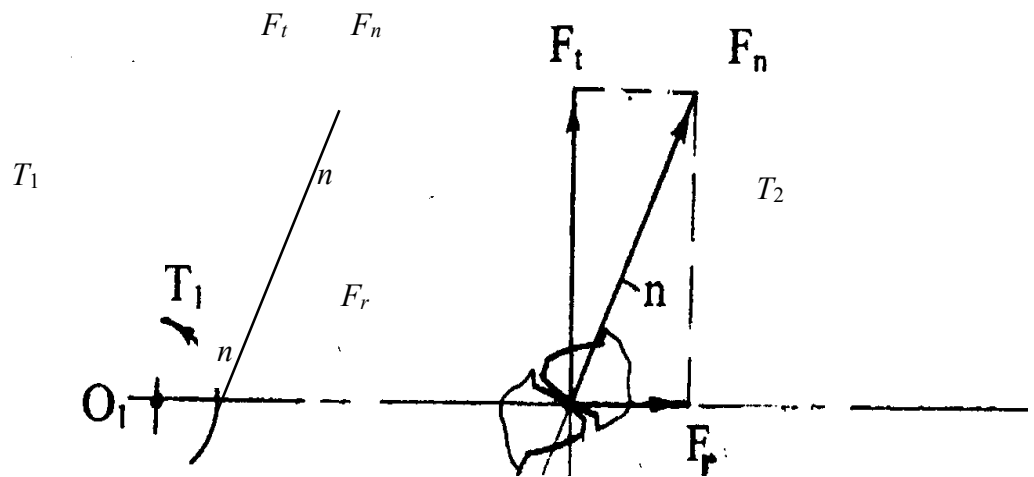


Рис. 2.6. Силы в прямозубом зацеплении

Сама сила  $F_n$

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \alpha_w}. \quad (2.23)$$

В косозубом зацеплении (рис. 2.7) нормальную силу раскладывают на три составляющих:

- окружную силу – см. (2.21);
- радиальную силу

$$F_r = \frac{F_t \operatorname{tg} \alpha_w}{\cos \beta}; \quad (2.24)$$

- осевую силу

$$F_a = F_t \operatorname{tg} \beta. \quad (2.25)$$

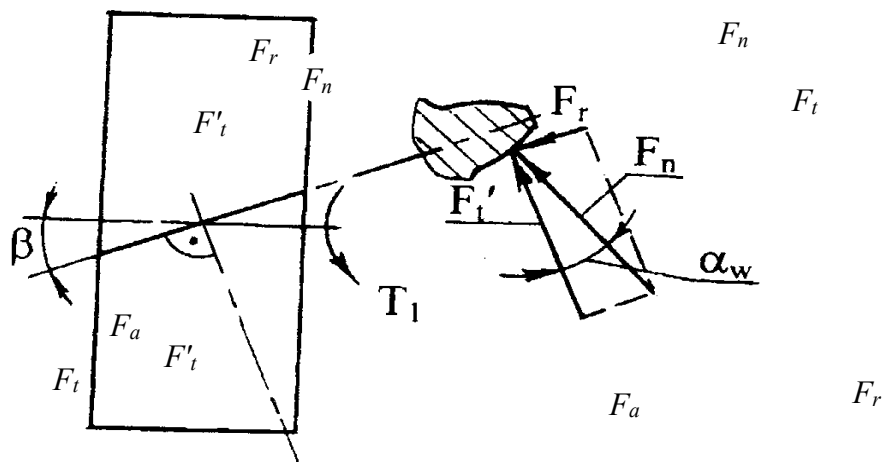


Рис. 2.7. Силы, действующие на зуб косозубого колеса

Нормальная сила является диагональю параллелепипеда с ребрами, равными  $F_t$ ,  $F_r$  и  $F_a$ , и может быть найдена так:

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \alpha_w \cos \beta}. \quad (2.26)$$

### 2.3.3. Виды разрушения зубьев

Основной вид разрушения поверхности зубьев при хорошей смазке передачи, надежно защищенной от попадания пыли и грязи, – **усталостное выкрашивание**. Зубья таких передач разделены тонким слоем масла, устраняющим металлический контакт. Износ зубьев мал. Передача работает длительное время до появления усталости в поверхностных слоях зубьев. На поверхности появляются небольшие углубления, которые растут и превращаются в раковины. Выкрашиванию способствует смазка, она запрессовывается зубьями в трещины и своим давлением отделяет частицы металла. Причина усталостного выкрашивания – контактные напряжения  $\sigma_H$ .

Основные меры предупреждения выкрашивания: расчет передачи на усталость по контактным напряжениям; применение материалов с повышенной твердостью поверхности; повышение точности изготовления и монтажа передач. Во многих случаях выкрашивания можно избежать, если предусмотреть приработку зубьев в процессе эксплуатации передачи (о приработке см. ниже).

**Поломка зубьев** связана с напряжениями изгиба  $\sigma_F$ . Различают **полный** (по всей длине) и **угловой** изломы. Одна из причин полного излома – перегрузки ударного или статического характера. Другая причина – усталостная поломка от действия переменных напряжений. Причиной углового излома являются погрешности передачи, в результате которых нагрузка воспринимается не всей длиной зуба, а концентрируется на одном из его углов.

Поломку от перегрузок предупреждают защитой передачи посредством различных предохранительных устройств или учетом перегрузок при расчете; поломку от переменных напряжений предупреждают определением размеров из

расчета на усталость. К общим мерам относятся: увеличение модуля, положительное смещение при нарезании зубьев, термообработка, устранение концентраторов напряжений (рисок от обработки, раковин в отливках, микротрещин от термообработки). Углового излома можно избежать повышением точности сборки передачи (в частности, обеспечением параллельности осей колес) и применением зубьев со срезанными углами.

Открытые передачи, а также закрытые, но недостаточно защищенные от попадания абразивных частиц, выходят из строя в основном из-за **абразивного износа**. По мере износа зубьев увеличиваются зазоры в зацеплении, появляется шум, возрастают динамические нагрузки. Толщина зубьев уменьшается, и, соответственно, снижается их прочность.

Основные меры борьбы с износом: повышение твердости поверхности зубьев, защита от загрязнения, применение специальных смазочных материалов. Большое значение имеет своевременное диагностирование сверхнормативного износа и замена изношенных колес.

Кроме перечисленных видов разрушения зубьев наблюдаются такие, как заедание, пластический сдвиг, отслаивание твердого поверхностного слоя. Однако при грамотном расчете, качественном изготовлении и правильной эксплуатации передачи вероятность этих разрушений значительно ниже.

#### 2.3.4. Материалы зубчатых передач

В настоящее время установлено, что контактная прочность зубьев определяется в основном твердостью материала. Наибольшая твердость, а следовательно, наименьшие габариты и массу передачи можно получить при изготовлении колес из сталей, подвергнутых термической обработке.

В зависимости от твердости стальные зубчатые колеса разделяют на две основные группы: твердостью  $HB < 350$  и твердостью  $HB > 350$ .

Твердость  $HB < 350$  позволяет производить чистовое нарезание зубьев после термообработки, в результате чего можно получать высокую точность без

дорогих отделочных операций (шлифовки, притирки и т. п.). Колеса этой группы хорошо прирабатываются и не подвержены хрупкому разрушению при динамических нагрузках. Под **приработкой** понимают износ поверхностей зубьев передачи, приводящий к более равномерному распределению нагрузки по длине зуба, а потому существенно повышающий надежность зубчатых колес. Приработку зубьев широко используют в условиях индивидуального и мелкосерийного производства в мало- и средненагруженных передачах. Обычно для лучшей приработки твердость шестерни назначают на  $20...50HB$  больше, чем твердость колеса.

Твердость материалов второй группы ( $HB > 350$ ) обычно выражают в единицах  $HRC$ . Соотношение единиц  $HB$  и  $HRC$  таково:  $1HRC \approx 10HB$ . Специальными видами термообработки могут быть получены твердости  $50...60 HRC$ , причем допускаемые контактные напряжения возрастают примерно в два раза, а нагрузочная способность передачи – в четыре раза по сравнению с передачей, изготовленной из материалов первой группы. Очевидно, что применение высокотвердых материалов является большим резервом повышения нагрузочной способности зубчатых передач.

К недостаткам материалов этой группы следует отнести плохую прирабатываемость и, как следствие, необходимость повышенной точности изготовления деталей передач и их монтажа. Кроме того, некоторые виды термообработки (объемная закалка, цементация) сопровождаются значительным короблением зубьев. Для исправления формы зубьев требуются дополнительные операции.

Данные по механическим характеристикам некоторых наиболее широко используемых сталей приведены в табл. 2.1, а также в работе [3]. Материалы группы  $HB < 350$  представлены нормализованными и улучшенными сталями, а группы  $HB > 350$  – закаленными объемной или поверхностной закалкой, а также азотированными.

В зависимости от способа получения заготовки различают литые, ковальные, штампованные колеса и колеса из круглого проката.

### 2.3.5. Методика расчета закрытой зубчатой передачи

#### 2.3.5.1. Общие положения

Настоящая методика основана на ГОСТ 21354 и ГОСТ 2185, предназначена для расчета на усталостную и статическую прочность эвольвентных цилиндрических зубчатых передач и может быть использована студентами при конструировании ММ в ходе курсового и дипломного проектирования.

Рекомендуется следующий порядок расчета:

- выбор двигателя по требуемой номинальной мощности, заданной частоте вращения и условиям работы;
- кинематический расчет передачи;
- выбор материалов для шестерни и колеса, определение допускаемых напряжений;
- определение крутящих моментов на шестерне и колесе;
- проектировочный расчет передачи;
- проверочные расчеты передачи.

#### 2.3.5.2. Исходные данные для расчета

Задание на расчет передачи содержит следующие **обязательные** данные:

- кинематическая схема, дающая возможно более полное представление о том, как передается вращение на ведущий вал и снимается с ведомого вала передачи;
- номинальный крутящий момент на выходном валу  $T_T$ , Нм;
- частота вращения выходного вала  $n_T$ , об/мин;
- срок службы передачи  $T_{сл}$ , лет;
- нагрузочная диаграмма (циклограмма), отражающая изменение крутящего момента на выходном валу в течение рабочей смены (рабочего цикла).

Кроме указанных, задание может включать в себя **дополнительные требования**, например, кратность максимального допустимого пикового момента,

направление вращения выходного вала, максимальные допустимые габаритные размеры и т. д.

Таблица 2.1

**Механические характеристики сталей**

Группа сталей	Марка стали	Термообработка	Твердость		$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа
			поверхности	сердцевины		
<i>HB &lt; 350</i>	35	Н	163...192HB		550	270
	40	У	192...228HB		700	400
	45	Н	179...207HB		600	320
		У	235...262HB		780	540
		У	269...302HB		890	650
	40X	У	235...262HB		790	640
		У	269...302HB		900	750
	40XH	У	235...262HB		800	650
		У	269...302HB		920	750
	35XM	У	235...262HB		800	670
		У	269...302HB		920	790
	35Л	Н	163...207HB		550	270
	40Л	Н	147HB		520	295
	45Л	У	207...235HB		680	440
40ГЛ	У	235...262HB		850	600	
<i>HB &gt; 350</i>	40X	У + ТВЧ	45...50HRC	269...302HB	900	750
		А	50...59HRC	269...302HB	1000	800
	40XH	З	48...54HRC		1600	1400
		У + ТВЧ	48...54HRC	269...302HB	920	750
	35XM	З	45...53HRC		1600	1400
		У + ТВЧ	48...54HRC	269...302HB	920	790
	38XMЮА	З	45...53HRC		1700...1350...	1950 1600
		А	57...67HRC	30...35HRC	1050	900
Примечание. Обозначение термообработки: У – улучшение; Н – нормализация; З – закалка объемная; ТВЧ – закалка с нагревом токами высокой частоты; А – азотирование						

2.3.5.3. Выбор двигателя

Тип двигателя проектант выбирает самостоятельно, руководствуясь рекомендациями учебно-методической литературы [1 – 3]. В настоящей методике для определенности принят наиболее широко распространенный в машиностроении трехфазный асинхронный короткозамкнутый электродвигатель.

Требуемую номинальную мощность двигателя вычисляют по формуле

$$P_{\text{тр}} = \frac{T_{\text{т}} n_{\text{т}}}{\eta \eta_{\text{п}}}, \quad (2.27)$$

где  $\eta$  – КПД передачи;  $\eta_{\text{п}} = 0,99$  – КПД пары подшипников качения.

Как правило, применяются зубчатые передачи степеней точности не ниже 7, для которых  $\eta_{\text{б}} = \eta_{\text{т}} = 0,98 \dots 0,99$ .

Затем принимают типоразмер двигателя по условию

$$P_{\text{дв}} \geq P_{\text{тр}}, \quad (2.28)$$

где  $P_{\text{дв}}$  – номинальная мощность двигателя по каталогу.

Допустимо превышение требуемой мощности над номинальной, если выполняется условие

$$\frac{P_{\text{тр}} - P_{\text{дв}}}{P_{\text{дв}}} \cdot 100\% \leq [\Delta P], \quad (2.29)$$

где  $[\Delta P]$  – допустимая перегрузка двигателя принятого типа.

Для двигателей А4, АИР значение  $[\Delta P] = 8\%$ .

#### 2.3.5.4. Кинематический расчет

Расчетное передаточное число

$$u_{\text{р}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{т}}}, \quad (2.30)$$

где  $n_{\text{дв}}$  – частота вращения вала двигателя.

Следует принять передаточное число редуктора  $u$  в соответствии со стандартным рядом передаточных чисел по условию

$$\frac{|u_{\text{р}} - u_{\text{ст}}|}{u_{\text{ст}}} \cdot 100\% \leq \Delta u, \quad (2.31)$$

где  $u_{\text{ст}}$  – ближайшее к  $u_{\text{р}}$  значение передаточного числа из стандартного ряда;  $\Delta u$  – допустимое отклонение передаточного числа от стандартного значения.

Для цилиндрических зубчатых передач при  $u_{\text{р}} \leq 4,5$  отклонение  $\Delta u = 2,5\%$ , при  $u_{\text{р}} > 4,5$  отклонение  $\Delta u = 4\%$ .

Стандартный ряд передаточных чисел: ...1,8; 2,24; 3,15; 3,55; 4,0; 4,5; 5,0; 5,6; 6,3; 7,1; 8,0...

В том случае, если условие (2.31) выполняется, можно принять либо  $u = u_p$ , либо  $u = u_{ст}$ . И то, и другое решения будут правомерными.

Далее следует найти частоты вращения и угловые скорости валов: быстроходного

$$\begin{aligned} n_{\delta} &= n_{дв}; \\ \omega_{\delta} &= \frac{\pi n_{\delta}}{30}; \end{aligned} \quad (2.32)$$

тихоходного

$$n_{т} = \frac{n_{\delta}}{u}, \quad (2.33)$$

$$\omega_{т} = \frac{\omega_{\delta}}{u}. \quad (2.34)$$

### 2.3.5.5. Материалы шестерни и колеса. Допускаемые напряжения

Марки сталей и режимы термообработки для шестерен и колес редуктора назначают по рекомендациям п. 2.3.4 и данным табл. 2.1.

**Допускаемое контактное напряжение** при расчете на выносливость определяют по формуле

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb}}{S_H} K_{HL}, \quad (2.35)$$

где  $\sigma_{Hlimb}$  – базовый предел контактной выносливости поверхности зубьев, соответствующий базовому числу циклов перемены напряжений  $N_{H0}$ ;  $S_H$  – коэффициент безопасности;  $K_{HL}$  – коэффициент долговечности.

Значения  $N_{H0}$  определяют по табл. 2.2,  $\sigma_{Hlimb}$  – по табл. 2.3.

Коэффициент  $S_H = 1,1$  для нормализованных, улучшенных и объемно закаленных сталей (для материалов с однородной структурой);  $S_H = 1,2$  для закаленных с нагревом ТВЧ и азотированных сталей (для материалов с неоднородной структурой).



Таблица 2.2

Значения  $N_{H0}$ , млн циклов

Твердость зубьев	<i>HB</i>	200	250	300	–	–	–	–	–	–
	<i>HRC</i>	–	–	–	36	42	47	52	56	59
$N_{H0}$		10	12,5	25	35	50	65	85	110	150

Таблица 2.3

Значения  $\sigma_{Hlimb}$ 

Вид термообработки	Твердость поверхности зубьев	Группа сталей	$\sigma_{Hlimb}$ , МПа
Нормализация, улучшение	$HB < 350$	Углеродистые и легированные	$2HB_{cp} + 70$
Закалка объемная	$38...50HRC$		$18HRC_{cp} + 150$
Закалка с нагревом ТВЧ	$40...56HRC$		$17HRC_{cp} + 200$
Азотирование	$57...67HRC$	Легированные	$16HRC_{cp}$
Примечание. $HB_{cp}$ , $HRC_{cp}$ – средние значения твердости в диапазоне (см. табл. 2.1)			

Коэффициент долговечности определяют из выражения

$$1 \leq K_{HL} = \sqrt[6]{\frac{N_{H0}}{N_{HE}}} \leq K_{HLmax}, \quad (2.36)$$

где  $N_{HE}$  – эквивалентное число циклов перемены напряжений;  $K_{HLmax}$  – максимальное допустимое значение коэффициента долговечности, зависящее от вида термообработки (при объемном упрочнении  $K_{HLmax} = 2,6$ ; при поверхностном упрочнении  $K_{HLmax} = 1,8$ ).

Как видно из (2.36),  $K_{HLmax}$  не может быть меньше единицы, поэтому при  $N_{H0} < N_{HE}$  считают  $K_{HL} = 1$ .

Величина  $N_{HE}$  зависит от нагрузочной диаграммы. При постоянной нагрузке

$$N_{HE} = 60nct, \quad (2.37)$$

где  $n$  – частота вращения колеса (шестерни),  $[\sigma_H]$  которого определяется, об/мин;  $c$  – число зацеплений зуба за один оборот колеса (шестерни);  $t$  – заданный срок службы редуктора, ч.

В том случае, если задана ступенчатая нагрузочная диаграмма,  $N_{HE}$  определяют так:

$$N_{HE} = 60c \sum \left( \frac{T_i}{T_1} \right)^3 n_i t_i, \quad (2.38)$$

где  $T_i$  – крутящий момент на  $i$ -й ступени циклограммы;  $T_1$  – наибольший момент на циклограмме, учитываемый в расчете на выносливость;  $n_i, t_i$  – соответствующие моменту  $T_i$  частота и время работы.

Для **прямозубой** ступени, а также для **косозубой с небольшой разностью твердости** зубьев шестерни и колеса в качестве расчетного принимают **меньшее** из двух допускаемых напряжений, определенных по материалу шестерни  $[\sigma_H]_1$  и колеса  $[\sigma_H]_2$ .

Для **косозубой** ступени с **большой разностью твердости** зубьев шестерни и колеса в качестве расчетного принимают напряжение, определенное по (2.41):

$$[\sigma_H]_{\min} \leq 0,45([\sigma_H]_1 + [\sigma_H]_2) \leq 1,25[\sigma_H]_{\min}, \quad (2.39)$$

где  $[\sigma_H]_{\min}$  – меньшее из значений  $[\sigma_H]_1$  и  $[\sigma_H]_2$ .

**Допускаемое напряжение изгиба** при расчете на выносливость определяют по формуле

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F\lim b}}{S_F} K_{FC} K_{FL}, \quad (2.40)$$

где  $\sigma_{F\lim b}$  – базовый предел выносливости зубьев по излому от напряжений изгиба (см. табл. 2.4);  $S_F$  – коэффициент безопасности;  $K_{FC}$  – коэффициент влияния двухстороннего приложения нагрузки;  $K_{FL}$  – коэффициент долговечности.

Коэффициент  $S_F$  принимают в зависимости от вида термообработки из диапазона 1,7...2,2 (верхнее значение – для литых колес).

Коэффициент  $K_{FC} = 1$  для односторонней нагрузки,  $K_{FC} = 0,7...0,8$  для реверсивной нагрузки (большие значения при  $HB > 350$ ).

Коэффициент  $K_{FL}$  определяют по формуле (2.41):

$$1 \leq K_{FL} = \sqrt[m]{\frac{4 \cdot 10^6}{N_{FE}}} \leq K_{FL\max}, \quad (2.41)$$

где  $m$  – показатель степени;  $N_{FE}$  – эквивалентное число циклов нагружения напряжениями изгиба;  $K_{FLmax}$  – максимальное допустимое значение коэффициента долговечности.

При  $HB \leq 350$ , а также для шестерен и колес со шлифованными зубьями  $m = 6$ ,  $K_{FLmax} = 2,0$ ; при  $HB > 350$ , а также для шестерен и колес с нешлифованными зубьями  $m = 9$ ,  $K_{FLmax} = 1,6$ .

При постоянной нагрузке значение  $N_{FE}$  находят по формуле (2.37), при изменении нагрузки по нагрузочной диаграмме – по формуле (2.42):

$$N_{FE} = 60c \sum \left( \frac{T_i}{T_1} \right)^m n_i t_i. \quad (2.42)$$

**Предельное допускаемое контактное напряжение** для проверки ступени на прочность при перегрузках (пиковых нагрузках):

для нормализованных, улучшенных или объемно закаленных зубьев

$$[\sigma_{Hmax}] = 2,8\sigma_T; \quad (2.43)$$

для зубьев, закаленных с нагревом ТВЧ

$$[\sigma_{Hmax}] = 44HRC_{cp}; \quad (2.44)$$

для азотированных зубьев

$$[\sigma_{Hmax}] = 35HRC_{cp}. \quad (2.45)$$

**Предельное допускаемое напряжение изгиба** для проверки ступени на прочность при перегрузках определяют следующим образом:

$$[\sigma_{Fmax}] = \frac{\sigma_{Flimb}}{S_{ST}} Y_{Nmax} k_{ST}, \quad (2.46)$$

где  $Y_{Nmax}$  – максимальное возможное значение коэффициента долговечности (для объемной термообработки  $Y_{Nmax} = 4,0$ ; для поверхностной термообработки  $Y_{Nmax} = 2,5$ );  $k_{ST}$  – коэффициент влияния частоты приложения пиковой нагрузки (при многократном – порядка 1000 – действии перегрузок  $k_{ST} = 1$ );  $S_{ST}$  – коэффициент запаса прочности (обычно принимают  $S_{ST} = 1,75$ ).

Значения  $\sigma_{Flimb}$ 

Вид термообработки	Твердость зубьев		Группа сталей	$\sigma_{Flimb}$ , МПа
	поверхность	сердцевина		
Нормализация, улучшение	180...350HB		Углеродистые и легированные	250 + HB <sub>ср</sub>
Закалка объемная	45...55HRC			550...600
Закалка с нагревом ТВЧ	40...56HRC	HB ≤ 350		250 + HB <sub>ср</sub>
Азотирование	57...67HRC	24...40HRC	Легированные	43...49HRC <sub>ср</sub>
Примечание. HB <sub>ср</sub> , HRC <sub>ср</sub> – средние значения твердости в диапазоне (см. табл. 2.1)				

## 2.3.5.6. Проектировочный расчет передачи

Расчетное межосевое расстояние определяют по формуле, мм:

$$a'_{вт} = K_a (u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 K_{H\beta}}{u^2 \psi_{ba} [\sigma_H]^2}}, \quad (2.47)$$

где  $K_a$  – коэффициент межосевого расстояния (для прямозубых передач  $K_a = 495 \text{ МПа}^{1/3}$ ; для косозубых –  $K_a = 430 \text{ МПа}^{1/3}$ );  $K_{H\beta}$  – коэффициент неравномерности распределения нагрузки по длине зуба колеса (табл. 2.5);  $\psi_{ba}$  – коэффициент ширины колеса тихоходной ступени относительно ее межосевого расстояния;  $[\sigma_H]$  – допускаемое контактное напряжение для тихоходной ступени.

Таблица 2.5

Значения  $K_{H\beta}$ 

Относительная ширина колеса $\psi_{bd}^*$	Шестерня расположена симметрично относительно опор		Шестерня расположена несимметрично относительно опор				Консольное расположение шестерни или колеса	
			весьма жесткий вал		менее жесткий вал			
	твердость поверхностей зубьев HB <sub>2</sub>	твердость поверхностей зубьев HB <sub>2</sub>	твердость поверхностей зубьев HB <sub>2</sub>	твердость поверхностей зубьев HB <sub>2</sub>	твердость поверхностей зубьев HB <sub>2</sub>	твердость поверхностей зубьев HB <sub>2</sub>	твердость поверхностей зубьев HB <sub>2</sub>	твердость поверхностей зубьев HB <sub>2</sub>
	> 350	< 350	> 350	< 350	> 350	< 350	> 350	< 350
0,2	1,00		1,01	1,00	1,06	1,02	1,15	1,07
0,4	1,01	1,00	1,05	1,02	1,12	1,05	1,35	1,15
0,6	1,03	1,01	1,09	1,04	1,20	1,08	1,60	1,24
0,8	1,06	1,03	1,14	1,06	1,27	1,12	1,85	1,30
1,0	1,10	1,04	1,18	1,08	1,37	1,15	–	
1,2	1,13	1,05	1,25	1,10	1,50	1,18		
1,4	1,15	1,07	1,32	1,13	1,60	1,23		
1,6	1,20	1,08	1,40	1,16	–	1,28		

\*Примечание:  $\psi_{bd} = 0,5\psi_{ba}(u + 1)$

Знак плюс в формуле (2.52) соответствует внешнему зацеплению, минус – внутреннему зацеплению.

Смысл коэффициента  $\psi_{ba}$  проясняет формула

$$\psi_{ba} = \frac{b_2}{a_w}, \quad (2.48)$$

где  $b_2$  – ширина венца колеса тихоходной ступени.

Рекомендации по выбору  $\psi_{ba}$ :

– прямозубая передача, колесо нормализованное или улучшенное –  $\psi_{ba} = 0,4$  (0,5);

– прямозубая передача, зубья колеса, закалённые объёмно или с нагревом ТВЧ, –  $\psi_{ba} = 0,315$  (0,4);

– косозубая передача, колесо нормализованное или улучшенное –  $\psi_{ba} = 0,315$  (0,4);

– косозубая передача, зубья колеса, закалённые объёмно или с нагревом ТВЧ, –  $\psi_{ba} = 0,25$  (0,315).

Далее следует принять **стандартное межосевое расстояние  $a_w$ , ближайшее** из стандартного ряда, мм: ...80; 100; 112; 140; 160; 180; 200; 224; 250; 280; 315; 355; 400; 450; 500.

Определение **основных геометрических параметров** ступени целесообразно начать с выбора модуля по рекомендации, мм:

$$1,50 \leq m = (0,01 \dots 0,02)a_w, \quad (2.49)$$

из стандартного ряда: 1,50; 1,75; 2,00; 2,25; 2,50; 2,75; 3,00; 3,50; 4,00; 4,50; 5,00; 5,50; 6,00; 7,00; 8,00.

Затем нужно определить суммарное число зубьев передачи  $z_c$ .

В прямозубой передаче

$$z_c = \frac{2a_w}{m}, \quad (2.50)$$

причём  $z_c$  должно быть обязательно **целым**. Данное условие выполняется выбором соответствующего значения модуля из стандартного ряда.

В косозубой передаче

$$z_c = \frac{2a_w \cos \beta'}{m}, \quad (2.51)$$

где  $\beta' = 8 \dots 15^\circ$  – предварительно принятый угол наклона зуба (обычно принимают  $\beta' = 10^\circ$ ).

Полученное число  $z_c$  косозубой передачи округлить до **ближайшего целого**.

Находят уточненную величину угла наклона зубьев:

$$\beta = \arccos \frac{z_c m}{2a_w} \quad (2.52)$$

с точностью до угловых секунд.

Расчетное число зубьев шестерни равно

$$z'_1 = \frac{z_c}{u + 1}. \quad (2.53)$$

Полученное число  $z'_1$  округлить до **ближайшего целого**  $z_1$ .

Во избежание подрезания зубьев должны выполняться условия:

– в прямозубой передаче

$$z_1 \geq 17; \quad (2.54)$$

– в косозубой передаче

$$z_1 \geq 17 \cos^3 \beta. \quad (2.55)$$

Если условия (2.54), (2.55) не выполняются, следует принять меньшее значение  $m$  из стандартного ряда и заново выполнить условия (2.50) – (2.53).

Далее находят число зубьев колеса:

$$z_2 = z_c - z_1 \quad (2.56)$$

и **фактическое передаточное число** ступени

$$u_{\phi} = \frac{z_2}{z_1}, \quad (2.57)$$

которое проверяют по условию (2.31).

По формулам (2.13), (2.19) вычисляют  $d_1$ ,  $d_2$ , после чего находят диаметры вершин зубьев:

$$d_{a1} = d_1 + 2m; \quad (2.58)$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m. \quad (2.59)$$

Ширину венца колеса предварительно определяют по выражению

$$b_2 = \psi_{ba} a_w \quad (2.60)$$

и окончательно принимают ближайшее значение из ряда *Ra40* номинальных линейных размеров ГОСТ 6636, мм: ...10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12,0; 13,0; 14,0; 15,0; 16,0; 17,0; 18,0; 19,0; 20,0; 21,0; 22,0; 24,0; 25,0; 26,0; 28,0; 30,0; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 53; 56; 60; 63; 67; 71; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 120; 125; 130; 140; 150; 160; 170; 180...

**Ширину венца шестерни**  $b_1$  принимают равной следующему за  $b_{2т}$  размеру по указанному выше ряду.

На этом проектировочный расчёт передачи заканчивается, и начинаются проверочные расчёты.

### 2.3.5.7. Проверка передачи на выносливость по контактным напряжениям

**Действительное контактное напряжение** в проектируемой передаче, МПа:

$$\sigma_H = \frac{6160 Z_H Z_{\varepsilon}}{a_w} \sqrt{\frac{T_2 (u_{\phi} \pm 1)^3}{u_{\phi} b_2} K_{H\alpha} K_{H\beta} K_{H\nu}}, \quad (2.61)$$

где  $Z_H = 1,77 \cos \beta$  – коэффициент формы сопряженных поверхностей зубьев;  $Z_{\varepsilon}$  – коэффициент суммарной длины контактных линий;  $K_{H\alpha}$  – коэффициент распределения нагрузки между зубьями (табл. 2.6);  $K_{H\nu}$  – коэффициент динамической нагрузки (табл. 2.7).

В прямозубой передаче

$$Z_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_{\alpha}}{3}}, \quad (2.62)$$

где  $\varepsilon_{\alpha}$  – коэффициент торцевого перекрытия, определяемый по формуле:

$$\varepsilon_{\alpha} = \left[ 1,88 - 3,2 \left( \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \right] \cos \beta \quad (2.63)$$

с учётом того, что в прямозубой передаче  $\cos \beta = 1$ .

Таблица 2.6

**Значения  $K_{H\alpha}$**

Окружная скорость $v$ , м/с	Степень точности			
	6	7	8	9
2,5	1,01	1,03	1,05	1,13
5,0	1,02	1,05	1,09	1,16
10	1,03	1,07	1,13	–
15	1,04	1,09	–	
20	1,05	1,12		
25	1,06	–		

Таблица 2.7

**Значения  $K_{Hv}$**

Степень точности	Твердость $HB_2$	Окружная скорость зуба $v_{п}$ , м/с					
		1	2	4	6	8	10
6	$\leq 350$	<u>1,03</u> 1,01	<u>1,06</u> 1,02	<u>1,12</u> 1,03	<u>1,17</u> 1,04	<u>1,23</u> 1,06	<u>1,28</u> 1,07
	$> 350$	<u>1,02</u> 1,00	<u>1,04</u> 1,00	<u>1,07</u> 1,02	<u>1,10</u> 1,02	<u>1,15</u> 1,03	<u>1,18</u> 1,04
7	$\leq 350$	<u>1,04</u> 1,02	<u>1,07</u> 1,03	<u>1,14</u> 1,05	<u>1,21</u> 1,06	<u>1,29</u> 1,07	<u>1,36</u> 1,08
	$> 350$	<u>1,03</u> 1,00	<u>1,05</u> 1,01	<u>1,09</u> 1,02	<u>1,14</u> 1,03	<u>1,19</u> 1,03	<u>1,24</u> 1,04
8	$\leq 350$	<u>1,04</u> 1,01	<u>1,08</u> 1,02	<u>1,16</u> 1,04	<u>1,24</u> 1,06	–	
	$> 350$	<u>1,03</u> 1,01	<u>1,06</u> 1,01	<u>1,10</u> 1,02	<u>1,16</u> 1,03		
9	$\leq 350$	<u>1,05</u> 1,01	<u>1,10</u> 1,03	–			
	$> 350$	<u>1,04</u> 1,01	<u>1,07</u> 1,01				

**Примечание.** Числитель – для прямозубых передач, знаменатель – для косозубых.

Для определения  $Z_{\varepsilon}$  в косозубой передаче необходимо найти коэффициент осевого перекрытия



$$\varepsilon_{\beta} = \frac{b_2 \sin \beta}{\pi m} \quad (2.64)$$

и проследить, чтобы выполнялось условие  $\varepsilon_{\beta} \geq 0,9$ , в противном случае нагрузочная способность косозубой передачи резко снизится. Возможно, что для обеспечения выполнения этого условия в геометрию передачи придется вносить изменения.

Коэффициент  $Z_{\varepsilon}$

$$Z_{\varepsilon} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_{\alpha}}}, \quad (2.65)$$

Коэффициент  $K_{H\alpha}$  принимают по табл. 2.6 для степени точности, которую назначают в зависимости от окружной скорости зуба, м/с:

$$v = \frac{\omega d_1}{2000}, \quad (2.66)$$

по рекомендациям:  $v_{\text{п}} \leq 4$  м/с – степень точности 9;  $4 < v_{\text{п}} \leq 10$  м/с – степень точности 8;  $10 < v_{\text{п}} \leq 15$  м/с – степень точности 7;  $15 < v_{\text{п}} \leq 30$  м/с – степень точности 6.

Полученное значение контактного напряжения проверяют на соответствие условию

$$0,9[\sigma_H] \leq \sigma_H \leq 1,05[\sigma_H]. \quad (2.67)$$

В том случае, если  $\sigma_H$  не входит в указанные пределы, необходимо скорректировать параметры передачи. Обычно бывает достаточно изменить размеры  $b_2$  и  $b_1$ . Как правило, эти изменения невелики, и пересчета остальных размеров ступени не требуется.

### 2.3.5.8. Проверка передачи на выносливость по напряжениям изгиба

Проверку выполняют по «слабому» звену зубчатой передачи, у которого меньше отношение  $\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$ , где  $Y_F$  – коэффициент формы зуба, определяемый для шестерни и колеса из табл. 2.8.

Таблица 2.8

Значения  $Y_F$ 

$z/\cos^3\beta$	$Y_F$	$z/\cos^3\beta$	$Y_F$	$z/\cos^3\beta$	$Y_F$	$z/\cos^3\beta$	$Y_F$	$z/\cos^3\beta$	$Y_F$
17	4,26	21	4,01	28	3,82	40	3,70	80	3,61
18	4,20	22	4,00	30	3,80	45	3,68	100	3,60
19	4,11	24	3,92	32	3,78	50	3,65	150	
20	4,08	25	3,90	37	3,71	60	3,62	рейка	3,63

Действительное напряжение изгиба в зубе «слабого» звена передачи,  
МПа:

$$\sigma_F = 2000 Y_F Y_\beta Y_\varepsilon \frac{T_2}{b_2 d_1 m} K_{F\alpha} K_{F\beta} K_{Fv}, \quad (2.68)$$

где  $Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140}$  – коэффициент наклона зубьев (в прямозубой передаче  $Y_\beta = 1$ );

$Y_\varepsilon$  – коэффициент перекрытия зубьев, ориентировочно можно принять  $Y_\varepsilon = 1$ ;

$K_{F\alpha}$  – коэффициент распределения нагрузки между зубьями;  $K_{F\beta}$  – коэффициент распределения нагрузки по ширине венца (табл. 2.9);  $K_{Fv}$  – коэффициент динамической нагрузки (табл. 2.10).

Таблица 2.9

Значения  $K_{F\beta}$ 

Относительная ширина колеса	Шестерня расположена симметрично относительно опор		Шестерня расположена несимметрично относительно опор				Консольное расположение шестерни или колеса	
			весьма жесткий вал		менее жесткий вал			
	$\Psi_{bd}$		твердость поверхностей зубьев $HB_2$		твердость поверхностей зубьев $HB_2$		твердость поверхностей зубьев $HB_2$	
	> 350	< 350	> 350	< 350	> 350	< 350	> 350	< 350
0,2	1,00		1,02	1,01	1,10	1,05	1,25	1,13
0,4	1,03	1,01	1,07	1,04	1,20	1,12	1,55	1,28
0,6	1,05	1,02	1,13	1,07	1,30	1,17	1,90	1,50
0,8	1,08	1,05	1,20	1,11	1,44	1,23	2,30	1,70
1,0	1,10	1,04	1,18	1,08	1,37	1,15	–	
1,2	1,13	1,05	1,25	1,10	1,50	1,18		
1,4	1,15	1,07	1,32	1,13	1,60	1,23		
1,6	1,20	1,08	1,40	1,16	–	1,28		

Значение  $K_{F\alpha}$  определяют по формуле

$$K_{F\alpha} = \frac{4 + (\varepsilon_{\alpha} - 1)(n' - 5)}{4\varepsilon_{\alpha}}, \quad (2.69)$$

где  $n'$  – степень точности передачи.

Таблица 2.10

**Значения  $K_{Fv}$**

Степень точности	Твердость $HB_2$	Окружная скорость зуба $v_n$ , м/с					
		1	2	4	6	8	10
6	$\leq 350$	<u>1,06</u> 1,02	<u>1,13</u> 1,05	<u>1,26</u> 1,10	<u>1,40</u> 1,15	<u>1,58</u> 1,20	<u>1,67</u> 1,25
	$> 350$	<u>1,02</u> 1,01	<u>1,04</u> 1,02	<u>1,08</u> 1,03	<u>1,11</u> 1,04	<u>1,14</u> 1,06	<u>1,17</u> 1,07
7	$\leq 350$	<u>1,08</u> 1,03	<u>1,16</u> 1,06	<u>1,33</u> 1,11	<u>1,50</u> 1,16	<u>1,67</u> 1,22	<u>1,80</u> 1,27
	$> 350$	<u>1,03</u> 1,01	<u>1,05</u> 1,02	<u>1,09</u> 1,03	<u>1,13</u> 1,05	<u>1,17</u> 1,07	<u>1,22</u> 1,08
8	$\leq 350$	<u>1,10</u> 1,03	<u>1,20</u> 1,06	<u>1,38</u> 1,11	<u>1,58</u> 1,17	–	
	$> 350$	<u>1,04</u> 1,01	<u>1,06</u> 1,02	<u>1,12</u> 1,03	<u>1,16</u> 1,05		
9	$\leq 350$	<u>1,13</u> 1,04	<u>1,28</u> 1,07	–			
	$> 350$	<u>1,04</u> 1,01	<u>1,07</u> 1,02				

**Примечание.** Числитель – для прямозубых передач, знаменатель – для косозубых.

Полученное значение  $\sigma_F$  не должно превышать  $[\sigma_F]$  «слабого» звена более чем на 5 %.

### 2.3.5.9. Проверка передачи на статическую прочность при перегрузках

**Максимальное контактное напряжение** под действием пикового крутящего момента определяют по формуле

$$\sigma_{H \max} = \sigma_H \sqrt{\frac{P_{дв}}{P_{тр}} \left( \frac{T_{\max}}{T} \right)}, \quad (2.70)$$

где  $\left( \frac{T_{\max}}{T} \right)$  – заданная кратность пикового момента.

Контактная прочность при перегрузках обеспечивается, если выполняется условие:  $\sigma_{H \max} \leq [\sigma_{H \max}]$ .

**Максимальное напряжение изгиба** под действием пикового крутящего момента определяют для «слабого» звена передачи по формуле

$$\sigma_{F_{\max}} = \sigma_F \frac{P_{\text{дв}}}{P_{\text{тр}}} \left( \frac{T_{\max}}{T} \right). \quad (2.71)$$

Изгибная прочность при перегрузках обеспечивается, если выполняется условие:  $\sigma_{F_{\max}} \leq [\sigma_{F_{\max}}]$ .

На этом расчёт передачи заканчивается.

## 2.4. Конические зубчатые передачи

### 2.4.1. Геометрические параметры конических зубчатых передач

Наибольшее распространение получили **ортогональные** конические зубчатые передачи с углом между осями шестерни и колеса  $90^\circ$ .

По направлению зуба различают передачи **прямозубые** (зуб расположен по образующей конуса), **с тангенциальным зубом** (зуб расположен под углом к образующей конуса) и **с круговым зубом**.

В основном применяются передачи прямозубые и с круговым зубом, так как нагрузочная способность передач с тангенциальным зубом практически не выше, чем прямозубых.

Передачи с круговым зубом по сравнению с прямозубыми имеют, при равных нагрузках, на 15...20 % меньшие габариты, работают более плавно и способны передавать вращение с большими окружными скоростями.

Недостатками передач с круговым зубом являются:

- большие величины осевых сил;
- зависимость направления осевой силы от направления вращения звена.

Как правило, передачи с круговым зубом используют **при постоянном направлении вращения** выходного звена, причем направление зуба назначают так, чтобы **осевые силы** действовали **к основаниям** образующих **конусов**.

На рис. 2.8 изображен фрагмент конической зубчатой передачи и показаны ее основные геометрические параметры.

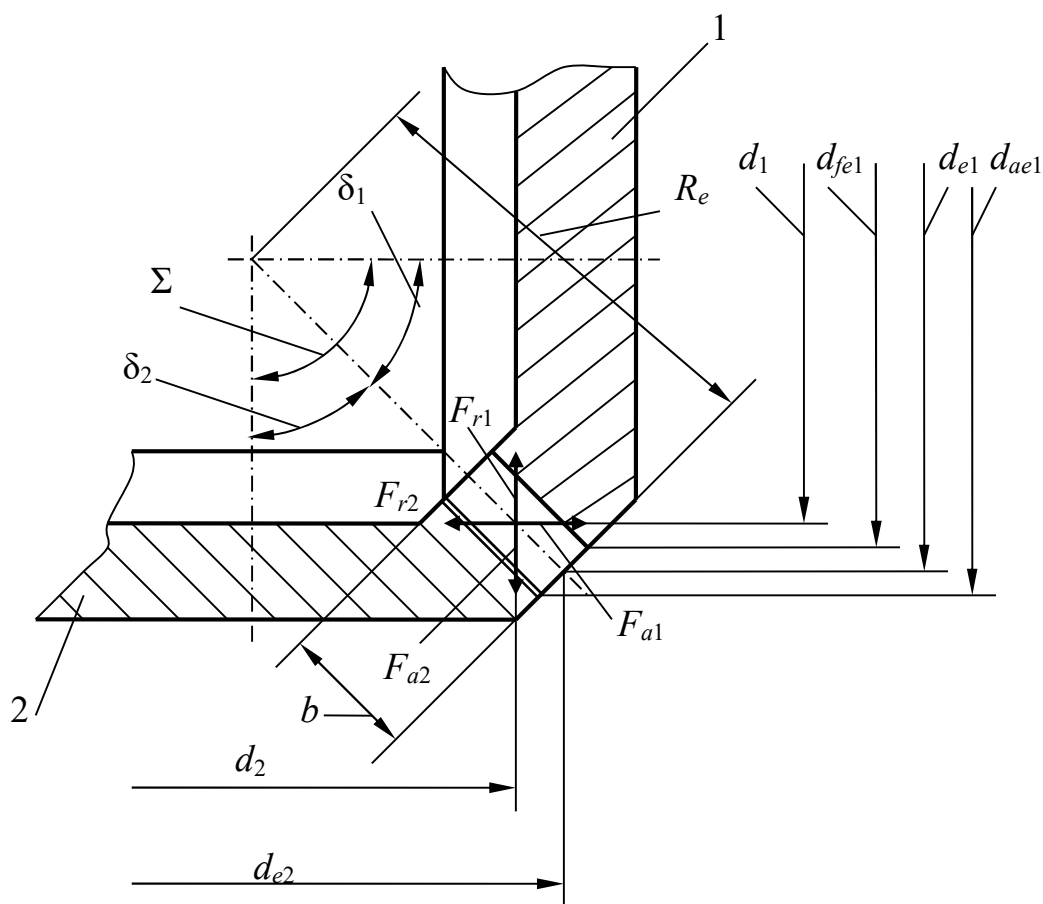


Рис. 2.8. Основные геометрические параметры конической зубчатой передачи

Угол  $\Sigma$  между осями шестерни и колеса является одним из таких параметров. Ниже будут рассматриваться передачи, в которых  $\Sigma = 90^\circ$ .

**Внешний окружной модуль** прямых зубьев обозначается  $m_e$ , круговых –  $m_{te}$ . Далее обозначения параметров передач с круговым зубом даются в скобках.

Диаметры шестерни (индекс 1) и колеса (индекс 2):

**внешние делительные:**

$$d_{e1} = m_e(m_{te})z_1; \quad (2.72)$$

$$d_{e2} = m_e(m_{te})z_2; \quad (2.73)$$

**внешние окружностей вершин зубьев:**

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2h_{ae1}\cos\delta_1; \quad (2.74)$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 2h_{ae2}\cos\delta_2; \quad (2.75)$$

**внешние окружностей впадин:**

$$d_{fe1} = d_{e1} - 2h_{fe1}\cos\delta_1; \quad (2.76)$$

$$d_{fe2} = d_{e2} - 2h_{fe2}\cos\delta_2. \quad (2.77)$$

В формулах (2.72) – (2.77):  $z_1, z_2$  – числа зубьев;  $h_{ae1}, h_{ae2}$  – высота головки зуба;  $h_{fe1}, h_{fe2}$  – высота ножки зуба;  $\delta_1, \delta_2$  – углы делительных конусов.

Величины  $h_{ae}, h_{fe}$  находят с учетом коэффициентов смещения исходного контура  $x_e(x_n)$  (подробнее см. работу [1]).

Значения  $\delta_1, \delta_2$ :

$$\delta_1 = \operatorname{arctg} \frac{z_1}{z_2} = \operatorname{arctg} \frac{1}{u}; \quad (2.78)$$

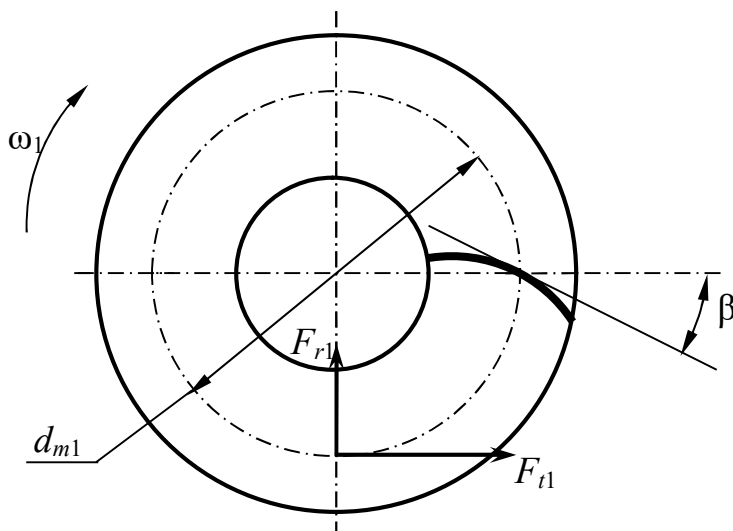
$$\delta_2 = 90^\circ - \delta_1. \quad (2.79)$$

**Внешнее конусное расстояние**

$$R_e = 0,5m_e(m_{te})\sqrt{z_1^2 + z_2^2} = \frac{d_{e2}}{2 \sin \delta_2}. \quad (2.80)$$

**Ширину венца колеса  $b$**  вычисляют по рекомендации  $b = 0,285R_e$  и принимают ближайший размер по ряду  $R_{a40}$ .

В передаче с круговым зубом к основным параметрам относится также **угол наклона зуба к образующей конуса в среднем сечении  $\beta = 35^\circ$**  (рис. 2.9).



**Рис. 2.9. Коническая шестерня с круговым зубом (вид со стороны вершины конуса)**

**Средние делительные диаметры:**

$$d_1 = d_{e1} \left(1 - \frac{b}{2R_e}\right) \approx 0,857d_{e1}; \quad (2.81)$$

$$d_2 = d_{e2} \left(1 - \frac{b}{2R_e}\right) \approx 0,857d_{e2}. \quad (2.82)$$

Кроме указанных выше параметров используют также **средний окружной модуль**, определяемый в прямозубых передачах по выражению

$$m_m = \frac{d_1}{z_1} = \frac{d_2}{z_2} \approx 0,857m_e, \quad (2.83)$$

а в передачах с круговым зубом – по выражению

$$m_{nm} \approx 0,857m_{te} \cos \beta \approx 0,717m_{te}, \quad (2.84)$$

и **среднее конусное расстояние**

$$R_m = R_e - 0,5b = 0,9375R_e. \quad (2.85)$$

В передачах с круговым зубом необходимо правильно ориентировать зубья на звеньях в зависимости от направления вращения. Надлежащее расположение зуба шестерни при ее вращении по часовой стрелке показано на рис. 2.9.

#### 2.4.2. Силы в конической зубчатой передаче

На рис. 2.8, 2.9 показаны направления сил в конической передаче.

В дальнейшем будут рассмотрены передачи с прямым зубом.

Окружная сила (см. рис. 2.9)

$$F_t = \frac{2T_2}{d_2}; \quad (2.86)$$

радиальная сила на колесе, осевая на шестерне (см. рис. 2.8)

$$F_{r2} = F_{a1} = F_t \operatorname{tg} \alpha_w \sin \delta_1 = 0,364F_t \sin \delta_1; \quad (2.87)$$

осевая сила на колесе, радиальная на шестерне

$$F_{a2} = F_{r1} = F_t \operatorname{tg} \alpha_w \cos \delta_1 = 0,364F_t \cos \delta_1. \quad (2.88)$$

## 2.4.3. Методика расчета прямозубой конической зубчатой передачи

### 2.4.3.1. Общие положения

Общий порядок расчета – см. подпункт 2.3.5.1.

Исходные данные для расчета – см. подпункт 2.3.5.2.

Выбор двигателя – см. подпункт 2.3.5.3.

### 2.4.3.2. Кинематический расчет прямозубой конической зубчатой передачи

Расчетное передаточное число определяют по формуле (2.30) с проверкой по условию (2.31).

Характерной особенностью конических зубчатых передач является технологическая сложность нарезания зубьев колес при передаточных числах бóльших пяти. Поэтому принимают  $u_6 \leq 5(5,6)$ .

Для конических зубчатых передач допускается отклонение  $\Delta u = 4 \%$  **независимо от передаточного числа  $u_6$ .**

Частоты вращения и угловые скорости валов определяют по формулам (2.32) – (2.36).

### 2.4.3.3. Материалы шестерен и колес. Допускаемые напряжения

Материалы звеньев конической зубчатой передачи назначают аналогично цилиндрической передаче (см. подпункт 2.3.5.5).

Допускаемые напряжения определяют так же, как прямозубой цилиндрической передачи.

Крутящие моменты на шестернях и колесах ступеней – см. подпункт 2.3.5.6.

### 2.4.3.4. Проектировочный расчет передачи

Внешний делительный диаметр колеса, мм:



$$d_{e2} = 1650 \sqrt[3]{\frac{uT_2 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2}}, \quad (2.89)$$

Коэффициенты  $K_{H\beta}$  для передач, валы которых установлены на роликовых подшипниках [2], с достаточной точностью могут быть определены по формулам:

– при  $HB_2 \leq 350$

$$K_{H\beta} = 0,22u_6; \quad (2.90)$$

– при  $HB_2 > 350$

$$K_{H\beta} = 0,29u_6. \quad (2.91)$$

Значение  $d_{e2}$  следует принять из ряда  $R_{a40}$  **ближайшее** к полученному по формуле (2.89).

Затем по выражениям (2.78) и (2.79) предварительно определяют углы  $\delta_1$  и  $\delta_2$ , после чего по формуле (2.80) находят  $R_e$ .

Точность вычисления углов – до  $0,0001^\circ$  (или до угловых секунд);  $R_e$  – до  $0,001$  мм.

Ширину зубчатого венца находят по рекомендации, данной в пункте 2.4.1.

Определяют внешний окружной модуль, мм:

$$m_e = \frac{1,65 \cdot 10^4 T_2}{d_{e2} b [\sigma_F]}, \quad (2.92)$$

Значение модуля **до целого числа не округлять**; точность – до  $0,01$  мм.

В силовых передачах рекомендуется принимать  $m_e \geq 1,5$  мм.

Числа зубьев:

$$z_2 = \frac{d_{e2}}{m_e}; \quad (2.93)$$

$$z_1 = \frac{z_2}{u}. \quad (2.94)$$

Полученные  $z_1, z_2$  **округлить до целых чисел**.

Фактическое передаточное число пары  $u_\phi$  найти по (2.10) и проверить на допустимость его отклонения от стандартного.

По формулам (2.78) и (2.79) с использованием  $u_\phi$  уточнить углы  $\delta_1$  и  $\delta_2$ .

После этого следует выбрать коэффициент смещения при нарезании зубьев шестерни  $x_{e1}$ . При  $HB_1 - HB_2 \leq 100$  его принимают по табл. 2.11. В случае отличия  $z_1$  и  $u_6$  от значений из табл. 2.11  $x_{e1}$  принимают с округлением до табличных **в большую сторону**. При  $HB_1 > 350$ ,  $HB_2 > 350$  и  $HB_1 - HB_2 > 100$   $x_{e1} = 0$ .

Таблица 2.11

**Значения коэффициентов  $x_{e1}$ ,  $x_{n1}$**

$z_1$	$x_{e1}$ при передаточном числе $u$				
	2,00	2,50	3,15	4,00	5,00
12	–	0,50	0,53	0,56	0,57
13	0,44	0,48	0,52	0,54	0,55
14	0,42	0,47	0,50	0,52	0,53
15	0,40	0,45	0,48	0,50	0,51
16	0,38	0,43	0,46	0,48	0,49
18	0,36	0,40	0,43	0,45	0,46
20	0,34	0,37	0,40	0,42	0,43
25	0,29	0,33	0,36	0,38	0,39
30	0,25	0,28	0,31	0,33	0,34
40	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27

Коэффициент смещения при нарезании зубьев колеса  $x_{e2} = -x_{e1}$ .

В заключение проектировочного расчета по выражениям (2.74), (2.75) найти  $d_{ae1}$  и  $d_{ae2}$ , а по формулам (2.81), (2.82) –  $d_1$  и  $d_2$ .

#### 2.4.3.6. Проверка передачи на выносливость по контактным напряжениям

Действительное контактное напряжение равно

$$\sigma_H = 470 \sqrt{\frac{F_t \sqrt{u_\phi^2 + 1}}{d_{e2} b}} K_{H\beta} K_{Hv}, \text{ МПа.} \quad (2.95)$$

Коэффициент  $K_{Hv}$  для прямозубых конических передач определяется по табл. 2.7 как для прямозубых цилиндрических передач в зависимости от степени точности, которую находят по рекомендациям для цилиндрических передач и окружной скорости, м/с:

$$v = \frac{\omega d_2}{2000}. \quad (2.96)$$

Полученное значение контактного напряжения проверяют на соответствие условию (2.67). В случае невыполнения условия следует изменить размер  $b$ . Если увеличение (или уменьшение)  $b$  на два соседних размера по ряду  $R_d40$  не даст достаточного эффекта, необходимо перейти на другой размер  $d_{e2}$  или назначить другие материалы передачи.

#### 2.4.3.7. Проверка передачи на выносливость по напряжениям изгиба

Напряжения изгиба в зубьях колеса и шестерни определяют по следующим формулам:

$$\sigma_{F2} = 1,18 Y_{F2} Y_{\beta} \frac{F_t K_{F\beta} K_{Fv}}{b m_e (m_{te})}; \quad (2.97)$$

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F2} \frac{Y_{F1}}{Y_{F2}}, \quad (2.98)$$

где  $Y_{F1}$ ,  $Y_{F2}$  – по табл. 2.12;  $Y_{\beta} = 1$  – для прямозубых передач;  $K_{Fv}$  – как для прямозубых цилиндрических передач по табл. 2.10.

Таблица 2.12

Значения коэффициента  $Y_F$  для конических колес

$z_v^*$	Значения $x_e$										
	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
12	–								3,90	3,67	3,46
14	–						4,24	4,00	3,78	3,59	3,42
17	–				4,50	4,27	4,03	3,83	3,67	3,53	3,40
20	–			4,55	4,28	4,07	3,89	3,75	3,61	3,50	3,39
25	–	4,60	4,39	4,20	4,04	3,90	3,77	3,67	3,57	3,46	3,39
30	4,60	4,32	4,15	4,05	3,90	3,80	3,70	3,62	3,55	3,47	3,40
40	4,12	4,02	3,92	3,84	3,77	3,70	3,64	3,58	3,53	3,48	3,42
50	3,97	3,88	3,81	3,76	3,70	3,65	3,61	3,57	3,53	3,49	3,44
60	3,85	3,79	3,73	3,70	3,66	3,63	3,59	3,56	3,53	3,50	3,46
80	3,73	3,70	3,68	3,65	3,62	3,61	3,58	3,56	3,54	3,52	3,50
100	3,68	3,67	3,65	3,62	3,61	3,60	3,58	3,57	3,55	3,53	3,52

Примечание. \* Эквивалентные числа зубьев:  $z_{v1} = z_1 \cos \delta_1$ ;  $z_{v2} = z_2 \cos \delta_2$

Полученные значения  $\sigma_{F1}$ ,  $\sigma_{F2}$  не должны превышать соответствующие допускаемые напряжения более чем на 5 %. При невыполнении этого условия следует увеличить модуль и, оставив без изменения  $d_{e2}$ , пересчитать числа зубьев колеса и шестерни.

## 2.5. Червячные передачи

### 2.5.1. Геометрические параметры червячных передач

Червячные передачи предназначены для преобразования вращательного движения между двумя **скрещивающимися осями** (межосевой угол в плане обычно равен  $90^\circ$ ).

Различают передачи с **цилиндрическим червяком** (архимедовым, конвольютным, эвольвентным) и с **глобоидным червяком**. Более высокой нагрузочной способностью обладают передачи с глобоидным червяком [7], однако они значительно сложнее в изготовлении, поэтому используются только в обоснованных случаях. В основном же применяют передачи с цилиндрическим червяком (рис. 2.10), из которых, в свою очередь, наибольшее распространение получили преобразователи движения с **архимедовым червяком**. Архимедов червяк в сечении, проходящем через продольную ось, выглядит как зубчатая рейка (рис. 2.11).

Фактическое передаточное число червячной передачи (т. е. передаточное отношение от червяка к червячному колесу)

$$u_{\phi} = \frac{z_2}{z_1}, \quad (2.99)$$

где  $z_1$  – **число витков червяка**.

Стандартные значения  $z_1$ : 1; 2; 4. В обоснованных случаях могут быть заданы и другие числа витков.

Обычно  $u$  лежит в пределах  $8 \dots 80$ , но в отдельных случаях может значительно превышать верхнее значение.

**Диаметр делительной окружности червяка** (см. рис. 2.11)

$$d_1 = qm, \quad (2.100)$$

где  $q$  – **коэффициент диаметра**, принимается из стандартного ряда.

Модуль  $m$  также стандартизован. Ряды значений  $q$  и  $m$  даны в п. 2.5.4.

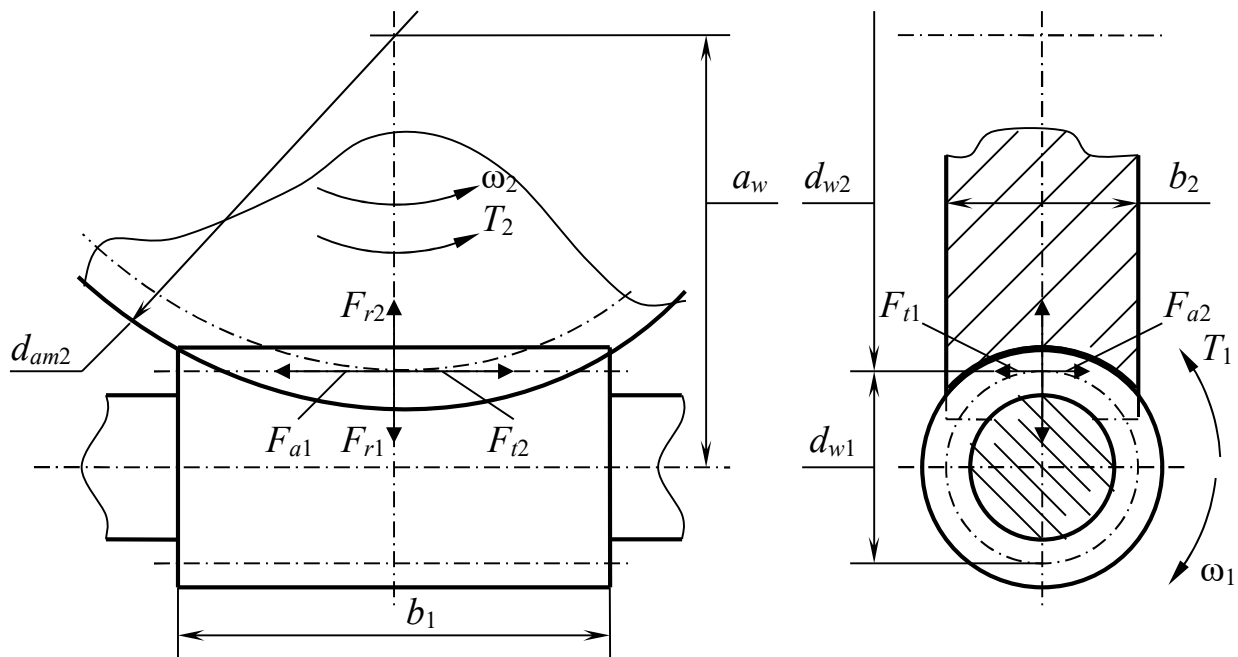


Рис. 2.10. Схема червячной передачи с цилиндрическим червяком

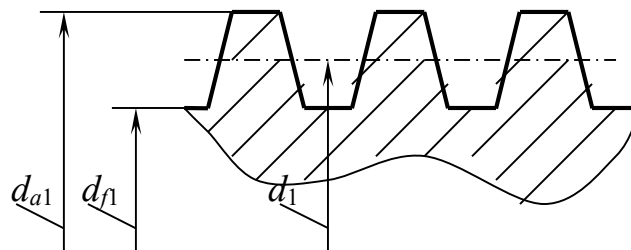


Рис. 2.11. Осевое сечение витков архимедова червяка

Межосевое расстояние  $a_w$

$$a_w = 0,5m(q + z_2 + 2x), \quad (2.101)$$

где  $x$  – коэффициент смещения, его величина находится в пределах:  $-1 \leq x \leq 1$ .

**Диаметр вершин витков и диаметр впадин червяка**

$$d_{a1} = (q + 2)m; \quad (2.102)$$

$$d_{f1} = (q - 2,4)m. \quad (2.103)$$

Диаметр делительной окружности колеса

$$d_2 = mz_2;$$

диаметр вершин зубьев и диаметр впадин колеса

$$d_{a2} = d_2 + 2(1 + x)m; \quad (2.104)$$

$$d_{f2} = d_2 - 2(1,2 - x)m; \quad (2.105)$$

**наибольший диаметр колеса**

$$d_{am2} = d_{a2} + \frac{6m}{z_1 + 2}. \quad (2.106)$$

**Диаметр начальной окружности червяка**

$$d_{w1} = (q + 2x)m; \quad (2.107)$$

диаметр начальной окружности колеса  $d_{w2} = d_2$ .

**Длина нарезаемой части червяка**

$$b_1 = (10 + 5,5|x| + z_1)m + C, \quad (2.108)$$

где  $C = 0$  при  $x \leq 0$ ; при  $x > 0$

$$C = \frac{100m}{z_2}. \quad (2.109)$$

Ширина венца колеса:

при  $z_1 = 1; z_1 = 2$

$$b_2 = 0,355a_w; \quad (2.110)$$

при  $z_1 = 4$

$$b_2 = 0,315a_w. \quad (2.111)$$

### 2.5.2. Силы в червячной передаче

Силу нормального давления на зуб колеса **в передаче с архимедовым червяком** (по аналогии с косозубой цилиндрической передачей) можно представить в виде геометрической суммы трех составляющих (см. рис. 2.10):

окружной силы

$$F_{t2} = \frac{2T_2}{d_2};$$

радиальной силы

$$F_{r2} = F_{t2} \operatorname{tg} \alpha_w = 0,364 F_{t2}; \quad (2.112)$$

осевой силы

$$F_{a2} = F_{t1}, \quad (2.113)$$

где  $T_2$  – крутящий момент на колесе;  $\alpha_w = 20^\circ$  – угол зацепления;  $F_{t1}$  – окружная сила на червяке

$$F_{t1} = \frac{2T_1}{d_1}; \quad (2.114)$$

$T_1$  – крутящий момент на червяке.

Кроме окружной на червяк действуют радиальная  $F_{r1} = F_{r2}$  и осевая  $F_{a1} = F_{a2}$  силы.

КПД червячной пары определяют по формуле

$$\eta_{\text{ч}} = \frac{\text{tg}\gamma}{\text{tg}(\gamma + \varphi')}, \quad (2.115)$$

где  $\gamma = \arctg \frac{z_1}{q}$  – **угол подъема витка** червяка;  $\varphi'$  – угол трения (см. п. 2.5.4).

### 2.5.3. Материалы червячных передач

Червяки передач малой и средней мощности, работающих с большими перерывами и редко испытывающих перегрузки, выполняют из сталей марок 40Х, 35ХМ, 40ХН. Витки таких червяков упрочняют закалкой с нагревом ТВЧ до 45...50 HRC. Поверхности витков шлифуют.

Червяки тяжело нагруженных ответственных передач выполняют цементованными с закалкой до 56...63HRC с последующей шлифовкой и полировкой витков. Часто используются недорогие цементуемые стали, например сталь 18ХГТ.

Материалы венцов червячных колес приведены в табл. 2.13. Группа материала назначается по табл. 2.14 в зависимости от **скорости скольжения**, м/с:

$$v_s = 4 \cdot 10^{-4} n_1 \sqrt[3]{T_2}, \quad (2.116)$$

где  $n_1$  – частота вращения червяка, об/мин.

Материалы III группы применяются редко, поэтому далее рассматриваться не будут.

Таблица 2.13

**Материалы венцов червячных колес**

Группа	Марка материала	Способ отливки	Механические свойства, МПа	
			$\sigma_B$	$\sigma_T$
Ia	БрО10Н1Ф1	Ц	285	165
	БрО10Ф1	К	275	200
		З	230	140
Iб	БрО5Ц5С5	К	200	90
		З	145	80
IIa	БрА10Ж4Н4	Ц	700	460
		К	650	430
	БрА10ЗМц1,5	К	550	360
		З	450	300
	БрФ9ЖЗЛ	Ц	530	245
		К	500	230
З		425	195	
IIб	ЛЦ23А6ЖЗМц2	Ц	500	330
		К	450	295
		З	400	260
III	СЧ18	З	355	-
	СЧ15	З	315	-
Способы отливки: Ц – центробежный; К – в кокиль; З – в землю				

Таблица 2.14

**Выбор группы материалов венцов червячных колес**

Характеристика передачи	Скорость скольжения $v_s$ , м/с			
	до 2	2...3	3...4	более 4
Слабонагруженная, режим работы легкий	III	IIб	-	
Средне- и тяжело нагруженные, режимы работы средний и тяжелый	IIб	IIa	Iб	Ia
Тяжелонагруженная, режим работы весьма тяжелый	IIa	Iб	Ia	

**2.5.4. Методика расчета червячной передачи****2.5.4.1. Общие положения**

Общий порядок расчета – см. подпункт 2.3.5.1.

Исходные данные для расчета – см. подпункт 2.3.5.2.

Выбор двигателя – см. подпункт 2.3.5.3, причем требуемую номинальную мощность двигателя вычисляют по формуле



$$P_{\text{тр}} = \frac{T_2 n_2}{\eta_{\text{ч}} \eta_{\text{п}}}, \quad (2.117)$$

где  $\eta_{\text{ч}}$  предварительно принимают равным 0,8.

#### 2.5.4.2. Кинематический расчет передачи

Расчетное передаточное число редуктора определяют по формуле (2.30) с проверкой по условию (2.31). Допускаемое отклонение  $\Delta u = 4 \%$ .

Определяют  $z_1$  по рекомендации:  $z_1 = 1$  при  $u \geq 31,5$ ;  $z_1 = 2$  при  $u = 16 \dots 28$ ;  $z_1 = 4$  при  $u = 8 \dots 14$ .

Определяют  $z_2$  по формуле

$$z_2 = \frac{n_{\text{дв}}}{z_1} = \frac{n_1}{z_1} \quad (2.118)$$

с округлением до целого числа, после чего по выражению (2.99) находят  $u_{\text{ф}}$  и снова проверяют выполнение условия (2.31). В случае его невыполнения  $z_2$  изменяют на один зуб в большую или меньшую сторону.

Вычисляют частоты вращения и угловые скорости червяка и червячного колеса.

#### 2.5.4.3. Материалы червяка и колеса. Допускаемые напряжения

По формуле (2.116) определяют ориентировочное значение скорости скольжения, по табл. 2.14 – группу материала, а по табл. 2.13 – марку материала венца колеса.

По рекомендациям п. 2.5.3 принимают марку стали и термообработку витков червяка.

Вычисляют коэффициенты долговечности:

$$K_{HL} = \sqrt[8]{\frac{10^7}{N_{HE}}}; \quad (2.119)$$

$$K_{FL} = \sqrt[9]{\frac{10^6}{N_{FE}}}. \quad (2.120)$$

В выражениях (2.119), (2.120) при  $N_{HE} > 25 \cdot 10^7$  принимают  $N_{HE} = 25 \cdot 10^7$ , при  $N_{FE} > 25 \cdot 10^7$  принимают  $N_{FE} = 25 \cdot 10^7$ , при  $N_{FE} < 10^6$  принимают  $N_{FE} = 10^6$ .

По табл. 2.15 принимают коэффициент износа материала  $C_v$ , по табл. 2.16 устанавливают формулы и находят допускаемые напряжения для червячного колеса.

Таблица 2.15

Значения коэффициента  $C_v$

$v_s, \text{ м/с}$	1	2	3	4	5	6	7	$\geq 8$
$C_v$	1,33	1,21	1,11	1,02	0,95	0,88	0,83	0,8

Таблица 2.16

Допускаемые напряжения для червячного колеса

Группа материалов	Червяк < 45 HRC	Червяк $\geq 45$ HRC	Нереверсивная передача	Реверсивная передача
	[ $\sigma$ ] <sub>H</sub> , Н/мм <sup>2</sup>			
I	$K_{HL}C_v 0,75\sigma_B$	$K_{HL}C_v 0,9\sigma_B$	$(0,08\sigma_B + 0,25\sigma_T)K_{FL}$	$0,16\sigma_B K_{FL}$
II	$250 - 25v_s$	$300 - 25v_s$		

#### 2.5.4.4. Проектировочный расчет передачи

Межосевое расстояние определяют по формуле

$$a_w = 610_3 \sqrt{\frac{T_2}{[\sigma_H]^2}} \quad (2.121)$$

где  $T_2$  – в ньютонметрах.

Полученное значение  $a_w$  округляют до ближайшего по ряду  $R_a 20$ .

Определяют модуль зацепления, мм:

$$m = (1,5 \dots 1,7)a_w / z_2 \quad (2.122)$$

и принимают ближайшее стандартное значение из 1-го ряда: 2,50; 3,15; 4,00; 5,00; 6,30; 8,00; 10,00; 12,50; 16,00. Допускается также использование 2-го ряда: 3,00; 3,50; 6,00; 7,00; 12,00.

Коэффициент диаметра определяют по рекомендации

$$q = (0,212 \dots 0,250)z_2. \quad (2.123)$$

Полученную величину округляют до стандартной из 1-го ряда: 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0 или из 2-го ряда: 7,1; 9,0; 11,2; 14,0; 18,0. По ГОСТ 19672-74 допускается также применение значений  $q$  7,5 и 12,0.

Коэффициент смещения нарезающего инструмента находят из выражения

$$x = (a_w/m) - 0,5(q + z_2) \quad (2.124)$$

с проверкой на соответствие критерию из п. 5.2.1.

По (2.101) определяют фактическое межосевое расстояние.

Вычисляют основные геометрические размеры червяка и червячного колеса.

Кроме того, находят делительный угол подъема витков

$$\gamma = \arctg(z_1/q). \quad (2.125)$$

#### 2.5.4.5. Проверочные расчеты

Уточняют КПД передачи по формуле (2.115), причем угол трения  $\varphi'$  принимают по табл. 2.17 в зависимости от фактической скорости скольжения, м/с:

$$v_{s\varphi} = \frac{u_\varphi \omega_2 d_1}{2000 \cos \gamma}. \quad (2.126)$$

Таблица 2.17

**Значения угла трения**

$v_{s\varphi}$	0,1	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	7	10	15
$\varphi'$	4°30'... ...5°10'	3°10'... ...3°40'	2°30'... ...3°10'	2°20'... ...2°50'	2°00'... ...2°30'	1°40'... ...2°20'	1°30'... ...2°00'	1°20'... ...1°40'	1°00'... ...1°30'	0°55'... ...1°20'	0°50'... ...1°10'
Меньшие значения $\varphi'$ – для материалов группы I, большие – для материалов групп II и III.											

В том случае, если получается  $\eta_\varphi < 0,8$ , следует заново подсчитать требуемую мощность электродвигателя и при необходимости назначить двигатель более мощный.

Уточняют значение  $[\sigma]_H$  по фактической скорости скольжения и формулам из табл. 2.16.

Контактное напряжение в зацеплении сравнивают с допускаемым:

$$\sigma_H = 340 \sqrt{\frac{F_{t2} K}{d_1 d_2}} \leq [\sigma]_H, \quad (2.127)$$

где  $K$  – коэффициент нагрузки (принимается в зависимости от окружной скорости колеса (см. формулу (2.128)): при  $v_2 \leq 3$  м/с  $K = 1$ ; при  $v_2 > 3$  м/с  $K = 1,1 \dots 1,3$ );

$$v_2 = \frac{\omega_2 d_2}{2000}. \quad (2.128)$$

Допускаемая недогрузка передачи составляет 15 %, допускаемая перегрузка – 5 %.

Напряжение изгиба в зубе колеса сравнивают с допускаемым:

$$\sigma_F = 0,7 \frac{Y_{F2} F_{t2} K}{b_2 m} \leq [\sigma]_F, \quad (2.129)$$

где  $Y_{F2}$  – коэффициент формы зуба колеса, принимается по табл. 2.18 в зависимости от эквивалентного числа зубьев  $z_{v2} = z_2 / \cos^3 \gamma$ .

Таблица 2.18

**Коэффициент формы зуба червячного колеса**

$z_{v2}$	$Y_{F2}$	$z_{v2}$	$Y_{F2}$	$z_{v2}$	$Y_{F2}$	$z_{v2}$	$Y_{F2}$
20	1,98	30	1,76	40	1,55	80	1,34
24	1,88	32	1,71	45	1,48	100	1,30
26	1,85	35	1,64	50	1,45	150	1,27
28	1,80	37	1,61	60	1,40	300	1,24

Как правило, получается  $\sigma_F \ll [\sigma]_F$ , так как нагрузочная способность червячных передач ограничивается не изгибной, а контактной выносливостью.

Выполняют проверку (тепловой расчет) редуктора на нагрев. Цель проверки – определить температуру масла в редукторе, которая не должна превышать допускаемую  $[t]_M = 80 \dots 95^\circ$ .

Температуру масла в корпусе червячной передачи при непрерывной работе находят по формуле

$$t_m = t_b + \frac{P_1(1 - \eta_\phi)}{K_t A}, \quad (2.130)$$

где  $t_b$  – температура окружающего воздуха, принимают  $t_b = 20$  °С;  $P_1$  – мощность на червяке, Вт;  $K_t$  – коэффициент теплопередачи (среднее значение коэффициента  $K_t = 13$  Вт/(м<sup>2</sup>·град));  $A$  – площадь теплоотдающей поверхности корпуса (табл. 2.19), м<sup>2</sup>.

Таблица 2.19

**Площадь теплоотдающей поверхности корпуса червячного редуктора**

$a_w$ , мм	80	100	125	140	160	180	200	224
Площадь $A$ , м <sup>2</sup>	0,19	0,24	0,36	0,43	0,56	0,67	0,8	1

При невыполнении условия  $t_m \leq [t]_m$  следует увеличить с помощью ребрения площадь поверхности теплоотдачи. Если этой меры недостаточно, то необходимо предусмотреть специальные средства охлаждения (обдув корпус вентилятором, введение в конструкцию холодильника для масла).

**Контрольные вопросы**

1. Поясните термины: механическая передача, вариатор, редуктор, мультипликатор.
2. Дайте сравнительную характеристику передач трением и передач зацеплением.
3. Перечислите разновидности ремённых передач.
4. Перечислите разновидности и дайте сравнительную характеристику цилиндрических зубчатых передач.
5. Укажите основные геометрические характеристики цилиндрической прямозубой передачи.
6. Какие материалы используются для изготовления цилиндрических зубчатых передач?

7. Поясните формулу:  $a'_{вт} = K_a (u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 K_{H\beta}}{u^2 \psi_{ba} [\sigma_H]^2}}$ .

8. Перечислите разновидности и дайте сравнительную характеристику конических зубчатых передач.

9. Укажите основные геометрические характеристики конической прямозубой передачи.

10. Перечислите разновидности и дайте сравнительную характеристику червячных передач.

11. Укажите основные геометрические характеристики червячной передачи архимедовым червяком.

12. С какой целью выполняется тепловой расчёт червячной передачи?

## 3. ПОДШИПНИКИ

### 3.1. Классификация подшипников по виду трения

Подшипники служат опорами валов, вращающихся осей и других деталей, совершающих вращательное движение. Они воспринимают нагрузки, приложенные к вращающимся деталям, и сохраняют заданное положение осей вращения. От качества подшипников во многом зависит работоспособность и долговечность машины. При выборе подшипников следует принимать во внимание, что они относятся к наименее долговечным узлам механизмов. Часто именно необходимость технического обслуживания или замены подшипников является причиной остановки машины.

По виду трения различают **подшипники скольжения** и **подшипники качения**. Кроме того, подшипники скольжения разделяются на опоры **жидкостного, полужидкостного и полусухого трения**. При жидкостном трении рабочие поверхности деталей разделены слоем смазки, толщина которого больше суммы высот шероховатости поверхностей. Это условие не соблюдается в опорах полужидкостного и полусухого трения, поэтому вращение деталей в них сопровождается износом поверхностей даже без попадания абразивных частиц извне.

Практически во всех ответственных узлах используются подшипники качения, что обусловлено следующими их **преимуществами** перед подшипниками скольжения:

- условный коэффициент трения подшипников качения мал, он равен 0,0015...0,0060 и приближается к коэффициенту жидкостного трения (0,001...0,005);

- подшипники качения не требуют большого количества смазки, что позволяет значительно упростить смазочную систему;

- конструкции подшипников качения позволяют производить их в массовых масштабах и обеспечивать их взаимозаменяемость.

К **недостаткам** подшипников качения следует отнести:

- отсутствие конструкций, разъемных в радиальном направлении;
- сравнительно большие радиальные габариты;
- ограниченную быстроходность, связанную с кинематикой и динамикой тел качения;
- низкую работоспособность в агрессивных средах, а также при вибрационных и ударных нагрузках.

Несмотря на сокращение области применения подшипников скольжения, в ряде случаев они остаются незаменимыми, и конструктор обязан это учитывать в процессе разработки машины.

Далее будут рассмотрены подшипники качения.

### **3.2. Конструкции и классификация подшипников качения**

В общем случае подшипник качения состоит из **колец** с беговыми дорожками, **тел качения** и **сепаратора**. Тела качения расположены между кольцами и перемещаются по беговым дорожкам. Сепаратор представляет собой элемент, охватывающий тела качения и распределяющий их равномерно по окружности.

Кроме того, конструкция подшипника может включать в себя другие детали: уплотнительные и защитные шайбы, конические втулки с круглыми гайками и др. В некоторых преобразователях движения используют, наоборот, упрощенные подшипники (без одного из колец). Со всем многообразием подшипников качения можно ознакомиться с помощью технической литературы [1, 2].

По виду тел качения различают **шариковые** и **роликовые** подшипники. Роликовые делятся на подшипники с **короткими цилиндрическими роликами**, с **длинными цилиндрическими роликами**, **игольчатые**, с **коническими роликами** и с **бочкообразными роликами**.

По направлению воспринимаемой нагрузки подшипники подразделяют на **радиальные**, **упорные**, **радиально-упорные** и **упорно-радиальные**.



Радиальные шариковые подшипники – наиболее простые и дешевые. Они допускают небольшие перекосы вала (до  $0,25^\circ$ ) и могут воспринимать не только радиальные, но и значительные осевые нагрузки. Благодаря своим достоинствам эти подшипники широко распространены в технике.

Радиальные роликовые подшипники с короткими цилиндрическими роликами способны воспринимать значительно бóльшие радиальные нагрузки, чем шариковые, но не допускают радиальных нагрузок и перекосов вала.

Радиально-упорные шариковые подшипники имеют особую форму наружного кольца, вследствие чего равнодействующая сил давления шарика на кольцо образует с диаметральной плоскостью угол  $\alpha$ , называемый **углом контакта**.

В радиально-упорных и упорно-радиальных роликовых подшипниках используются конические ролики. Сравнение этих подшипников с радиально-упорными шариковыми показывает, что роликовые обладают существенно бóльшей нагрузочной способностью, но гораздо хуже воспринимают перекосы вала.

Шариковые и роликовые упорные подшипники при малых размерах обладают весьма высокой нагрузочной способностью, но воспринимают только осевые нагрузки и не допускают перекоса вала.

Особую группу образуют шариковые и роликовые **радиальные сферические подшипники**. Наружное кольцо такого подшипника имеет сферическую рабочую поверхность, с которой контактируют шарики или бочкообразные ролики. Сферические подшипники способны работать при перекосах вала до  $2...3^\circ$  и обеспечивать его вращение в случае установки опор в отдельных корпусах.

По габаритам подшипники разделяют на серии диаметров и ширин: **сверхлегкую, особо легкую, легкую широкую, среднюю, среднюю широкую, тяжелую**. Однотипные подшипники с одинаковыми диаметрами внутреннего кольца, но относящиеся к разным сериям, имеют различные размеры тел качения и, как следствие, различную нагрузочную способность.

По классам точности различают подшипники: класса 0 (**нормальной точности**); 6 (**повышенной**); 5 (**высокой**); 4 (**особо высокой**); 2 (**сверхвысокой**). От точности существенно зависит работоспособность подшипника, но одновременно с повышением точности возрастает и стоимость. Так, с переходом от класса 0 к классу 2 относительная стоимость подшипника повышается примерно в 10 раз. Поэтому использовать высокоточные подшипники в преобразователях движения ММ и роботов рекомендуется **в обоснованных случаях**.

### 3.3. Методика расчета подшипников качения

#### 3.3.1. Исходные данные для расчета

В результате расчета передач и конструирования валов (см. раздел 4) определены следующие данные, используемые как исходные при расчете подшипников:

- расчетные схемы валов с внешними нагрузками и реакциями опор;
- диаметры опорных поверхностей валов;
- частоты вращения валов;
- срок службы механизма  $T_{сл}$ , лет.

Кроме указанных, из технического задания на редуктор могут следовать дополнительные требования, например, циклограмма нагружения, максимальные допустимые габаритные размеры узла, наличие и кратность динамических нагрузок и т. д.

#### 3.3.2. Предварительный выбор подшипников

Подшипники предварительно назначают по **виду передачи, функции вала** в редукторе и **диаметру опорных поверхностей  $d_p$** .

Валы цилиндрических зубчатых передач, как правило, устанавливают на шариковых радиальных подшипниках. Для конических и червячных передач

необходимы радиально-упорные подшипники; в большинстве случаев применяют роликовые радиально-упорные конические подшипники. В тех случаях, когда на вал действуют значительные осевые силы, в подшипниковые узлы включают упорные подшипники.

Обычно в обеих опорах вала располагают одинаковые подшипники.

Для валов червяков и шестерен конических передач целесообразно предварительно назначить роликовые радиально-упорные конические подшипники средней серии. Опоры валов червячных колес в большинстве случаев ставят на подшипники легкой серии.

По приведенным выше рекомендациям и значению диаметра  $d_{\text{п}}$  выбирают подшипники и выписывают из соответствующего стандарта их основные характеристики.

Предварительно принятые подшипники требуют проверки. Поскольку в подавляющем большинстве механизмов валы вращаются с частотами более 1 об/мин, то далее рассматривается проверка **по динамической грузоподъемности**.

### 3.3.3. Проверочный расчет подшипников по динамической грузоподъемности

#### 3.3.3.1. Шариковые радиальные подшипники

Вал установлен в двух опорах –  $A$  и  $B$ , радиальные реакции опор – соответственно  $R_A$  и  $R_B$ , осевая реакция опоры  $A$  –  $R_{Aa}$ .

Определяют отношения

$$\frac{R_{Aa}}{C_{0r}}, \quad (3.1)$$

$$\frac{R_{Aa}}{VR_A}; \quad (3.2)$$

где  $V$  – коэффициент вращения ( $V = 1$  – при вращающемся внутреннем кольце;  $V = 1,2$  – при вращающемся наружном кольце подшипника);  $C_{0r}$  – табличная статическая грузоподъемность подшипника, Н.

По значению (3.1) и табл. 3.1 устанавливают коэффициент влияния осевого нагружения  $e$ .

Таблица 3.1

**Коэффициенты  $e$  и  $Y$  для шариковых радиальных однорядных подшипников**

$R_{Aa}/C_{0r}$	0,014	0,028	0,056	0,084	0,110	0,170	0,280	0,420	0,560
$e$	0,19	0,22	0,26	0,28	0,30	0,34	0,38	0,42	0,44
$Y$	2,30	1,99	1,71	1,55	1,45	1,31	1,15	1,04	1,00

Сравнение величин (3.2) и  $e$  показывает **значимость осевой силы**. Если  $\frac{R_{Aa}}{VR_A} \leq e$ , то в дальнейшем осевую составляющую реакции опоры  $A$  не учитывают и считают подшипник нагруженным только радиально.

Следующим шагом определяют **эквивалентные нагрузки** на подшипники.

Простейшим случаем нагружения является **постоянный режим**, при котором величины реакций опор не изменяются со временем. Пусть в опоре  $A$  учет осевой реакции необходим. Тогда эквивалентные нагрузки на подшипники

$$\begin{aligned} P_{\text{э}A} &= (VXR_A + YR_{Aa})K_6K_T; \\ P_{\text{э}B} &= VR_BK_6K_T, \end{aligned} \quad (3.3)$$

где  $X = 0,56$  – коэффициент радиальной нагрузки;  $Y$  – коэффициент осевой нагрузки (см. табл. 3.1);  $K_6$  – коэффициент безопасности (табл. 3.2);  $K_T$  – температурный коэффициент (при рабочей температуре подшипника до 125 °С  $K_T = 1$ ).

Если же осевую реакцию учитывать не нужно, то эквивалентную нагрузку на подшипник  $A$  определяют из выражения

$$P_{\text{э}A} = VR_AK_6K_T. \quad (3.4)$$

Затем находят **требуемые динамические грузоподъемности** подшипников по формулам:

$$\begin{aligned} C_{\text{гр}A} &= P_{\text{э}A} \sqrt[3]{L \cdot 10^{-6}}; \\ C_{\text{гр}B} &= P_{\text{э}B} \sqrt[3]{L \cdot 10^{-6}}, \end{aligned} \quad (3.5)$$

где  $L$  – число оборотов вала за срок службы механизма.

Вид выражения для вычисления  $L$  зависит от того, как в техническом задании указан срок службы. Если оговорен календарный срок  $T_{\text{сл}}$ , лет, то число оборотов вала за  $T_{\text{сл}}$  вычисляют следующим образом:

– для постоянного режима работы

$$L = 60T_{\text{сл}} n_{\text{рд}} n_{\text{см}} t_{\text{см}} n; \quad (3.6)$$

– для режима, заданного циклограммой

$$L = 60T_{\text{сл}} n_{\text{рд}} n_{\text{см}} t_{\text{см}} \sum_{i=1}^k \left( n \frac{t_i}{t_{\text{ц}}} \right), \quad (3.7)$$

где  $n_{\text{рд}}$  – число рабочих дней в году;  $n_{\text{см}}$  – число рабочих смен в сутки;  $t_{\text{см}}$  – число рабочих часов в смену;  $t_i$  – продолжительность ступени цикла;  $t_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла;  $i$  – номер ступени цикла;  $k$  – число ступеней в составе цикла.

Затем сравнивают бóльшую из требуемых динамических грузоподъемностей подшипников с табличной динамической грузоподъемностью  $C_{\text{табл}}$  предварительно принятого подшипника. Подшипник проработает заданный срок, если  $C_{\text{тр}} \leq C_{\text{табл}}$ .

### 3.3.3.2. Радиально-упорные подшипники

В радиально-упорных подшипниках контактные линии наклонены к оси вала на угол  $\alpha$ , что при радиальном нагружении приводит к появлению **внутренних осевых сил**  $S$  (рис. 3.1).

Значения  $S$  определяют так:

для шариковых подшипников

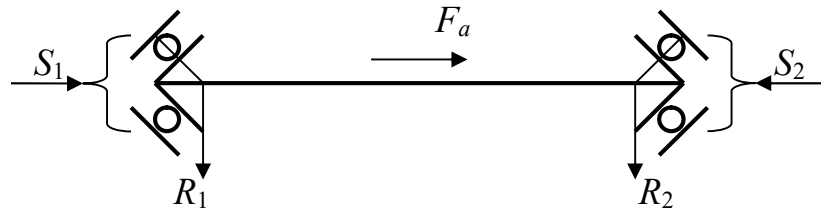
$$S = Re; \quad (3.8)$$

для роликовых подшипников

$$S = 0,83Re, \quad (3.9)$$

где  $e$  – параметр осевой нагрузки (по каталогу).

Осевые нагрузки на подшипники вычисляют по формулам, приведенным в табл. 3.2.



**Рис. 3.1. Схема вала на радиально-упорных подшипниках:**  
 $F_a$  – внешняя осевая сила

Эквивалентную динамическую нагрузку на роликовый подшипник следует определять по формулам

$$C_{r\text{тр}} = P_{\text{э}} \sqrt[3,33]{L \cdot 10^{-6}}; \quad (3.10)$$

$$C_{r\text{тр}} = P_{\text{эЦ}} \sqrt[3,33]{L \cdot 10^{-6}}.$$

Таблица 3.2

**Расчет осевых нагрузок на подшипники вала по рис. 3.1**

Условия нагружения	Осевые нагрузки
$S_1 > S_2; F_a > 0$	$F_{a1} = S_1;$
$S_1 < S_2; F_a > S_2 - S_1$	$F_{a2} = S_1 + F_a$
$S_1 < S_2; F_a < S_2 - S_1$	$F_{a1} = S_2 - F_a; F_{a2} = S_2$

В остальном методика проверки аналогична приведенной в подпункте 3.3.3.1.

### Контрольные вопросы

1. Дайте сравнительную характеристику подшипников скольжения и подшипников качения.
2. Перечислите разновидности подшипников по виду тел качения.
3. Перечислите разновидности подшипников по направлению воспринимаемой нагрузки.
4. Что является причиной возникновения осевой силы от радиальной нагрузки в радиально-упорном подшипнике?
5. Какую функцию в подшипнике качения выполняет сепаратор?

6. Что такое статическая грузоподъёмность и динамическая грузоподъёмность подшипника?

7. Перечислите пункты методики проверки на долговечность шарикового радиального подшипника.

## 4. ВАЛЫ И ОСИ

### 4.1. Общие сведения

Валы и оси служат для размещения на них вращающихся деталей: зубчатых колес, шкивов, барабанов и т. п. Отличие вала от оси состоит в том, что он передает крутящий момент от одной детали к другой, а ось не передает. **Вал** всегда **вращается**, а **ось** может быть **как вращающейся**, так и **невращающейся**.

Различают валы **прямые**, **коленчатые** и **гибкие**. В большинстве механизмов применяются прямые валы. Коленчатые и гибкие валы относятся к специальным деталям и далее рассматриваться не будут.

По наличию ступеней валы подразделяют на **гладкие** и **ступенчатые**. Наличие ступеней связано с установкой на валу деталей и самого вала в опорах. В некоторых случаях выполнение вала или оси ступенчатой формы позволяет существенно уменьшить их массу.

Валы изготавливают **сплошными** или **полыми**. Полость либо уменьшает массу вала, либо позволяет пропустить через вал другую деталь, подвести масло к контактирующим поверхностям и т. п.

Для изготовления валов и осей применяют преимущественно **углеродистые** и **легированные стали**, предусматривающие все возможные виды упрочнения.

Далее приводится методика расчета валов.

### 4.2. Методика расчета валов

#### 4.2.1. Исходные данные

Размеры устанавливаемых на вал элементов (зубчатых и червячных колес, посадочные диаметры подшипников и т. п.).



Значения нагрузок на эти элементы. Передаваемый валом крутящий момент.

Частота вращения вала.

Циклограмма нагружения и срок службы механизма.

Дополнительные требования (ориентировочные габаритные размеры, тип подшипников и т. д.).

#### 4.2.2. Проектировочный расчет

Определяют **характерный диаметр** вала, мм:

$$d = 10^3 \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]}}, \quad (4.1)$$

где  $T$  – передаваемый валом крутящий момент, Н·м;  $[\tau] = 20$  МПа – уменьшенное допускаемое касательное напряжение.

Для быстроходных и тихоходных валов передачи  $d$  – диаметр выходного конца, его значение следует принять ближайшее по ГОСТ 12080 или ГОСТ 12081 к полученному по выражению (4.1).

Для промежуточных валов  $d$  – диаметр ступеньки под зубчатым (или червячным) колесом, его значение следует принять ближайшее по ряду  $Ra40$  к полученному по выражению (4.1).

Диаметры остальных ступенек вала назначают с учетом величины характерного диаметра конструктивно, принимая во внимание требования технологии изготовления и сборки, ряд номинальных размеров, вероятные размеры подшипников и известные размеры сопряженных с валом деталей.

#### 4.2.3. Разработка расчетной схемы и эскиза вала

Расчетная схема представляет собой схематичное изображение вала в виде двухопорной балки. Нагрузки показывают в виде сосредоточенных сил и

моментов. При необходимости балку снабжают пометками с указанием диаметров ступенек.

Быстроходный вал передачи обычно соединяют с валом двигателя компенсирующей муфтой, поэтому на его выходной конец действует консольная нагрузка, определяемая эмпирической формулой, Н:

$$F_{кб} = (50...125)\sqrt{T_6}, \quad (4.2)$$

где  $T_6$  – крутящий момент на быстроходном валу, Н·м.

На выходной конец тихоходного вала может действовать **консольная нагрузка**, которую учитывают в виде силы, определяемой по следующим формулам, Н:

– для одноступенчатого цилиндрического редуктора

$$F_k = 125\sqrt{T_T}; \quad (4.3)$$

– для двухступенчатого цилиндрического редуктора и для червячного редуктора

$$F_k = 250\sqrt{T_T}, \quad (4.4)$$

где  $T_T$  – крутящий момент на быстроходном валу, Н·м.

Длины ступенек при разработке расчетной схемы назначают с учетом размеров деталей, ряда номинальных размеров, а также соотношений, принятых в практике конструирования.

Концы быстроходного и тихоходного валов назначают по ГОСТ 12080.

Руководствуясь полученными размерами элементов вала, строят его эскиз в масштабе [4]. Эскиз служит основой дальнейшего выполнения рабочего чертежа.

#### 4.2.4. Построение эпюр изгибающих и крутящих моментов. Проверка вала на усталостную прочность

Данные пункты расчета подробно рассматриваются в сопротивлении материалов [5] и учебных пособиях по курсовому проектированию деталей машин [6].

### Контрольные вопросы

1. В чём отличие вала от оси?
2. Перечислите разновидности валов.
3. С какой целью на валах механических передач выполняют ступеньки?
4. Поясните формулу  $d = 10 \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]}}$ .
5. Перечислите пункты методики расчёта вала.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии представлены конструкции и методы расчёта наиболее широко применяющихся соединений, передач, подшипников и валов, т. е. компонентов, встречающихся практически во всех машинах и механизмах. Таким образом, можно считать задачу, на решение которой направлено учебное пособие, выполненной.

Необходимо подчеркнуть, однако, что разработка данного учебного материала не имела целью формирование исчерпывающих знаний в области проектирования механического оборудования. Раздел «Валы и оси» дан сокращённо, и для получения более полной информации учащимся следует обратиться к специальным источникам.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов М. П., Финогенов В. А. Детали машин. – М.: Высш. шк., 2003.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. – М.: Машиностроение, 1992.
3. Таугер В. М., Ахлюстина Н. В. Расчет и курсовое проектирование деталей машин: В 2-х ч. – Екатеринбург: УрГУПС, 2004.
4. Таугер В. М. Конструирование и проверочный расчёт тихоходного вала цилиндрического редуктора: учебно-методическое пособие на курсовую работу по дисциплине «Прикладная механика». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.
5. Мокрушин Н. В., Ляпцев С. А. Сопротивление материалов: конспект лекций. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005.
6. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Детали машин. Курсовое проектирование. – М.: Машиностроение, 2004.

