



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «Уральский государственный  
горный университет»**

**М. Л. Хазин**

**Б1.В.09 НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ  
СТУДЕНТОВ**

Направление подготовки

*20.03.01 Техносферная безопасность*

Профиль

*Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности*

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Екатеринбург

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный  
университет»

**ОДОБРЕНО**

Методической комиссией  
горно-механического  
факультета УГГУ  
19.11.2021.

Председатель комиссии  
П. А. Осипов

М. Л. Хазин

# **НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ  
СТУДЕНТОВ

Направление подготовки

*20.03.01 Техносферная безопасность*

Профиль

*Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности*

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

X12

Рецензент: Ю. Н. Жуков, профессор, доктор технических наук (УрФУ)

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры  
Эксплуатации горного оборудования 29 октября 2021 (протокол № 2)  
и рекомендовано для издания в УГГУ

**Хазин М. Л.**

X12 НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК:  
методические указания по самостоятельной работе студентов направления подготовки  
20.03.01 Техносферная безопасность - Екатеринбург: Изд-во, УГГУ, 2021. – 15 с.

Для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность». Рассмотрены основные виды техносферных опасностей и рисков, позволяющие сформировать у студентов базовые знания по теории надежности технических систем для решения практических задач по структуре и функциям техногенного риска.

Табл. 2. Библ. 11 назв.

© Хазин М. Л., 2021

© Уральский государственный  
горный университет, 2021

## Оглавление

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
1.1. Цель преподавания дисциплины.....	5
1.2. Задачи изучения дисциплины.....	5
1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	5
1.4. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины	5
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
2.1. Наименование тем, их содержание, объем в часах.....	6
2.2. Распределение часов по темам и видам занятий.....	7
3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ.....	8
3.1. Методические рекомендации по самостоятельной подготовке теоретического материала .....	8
3.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям .....	10
3.3. Методические рекомендации по подготовке практико- ориентированного задания .....	11
3.4. Контроль знаний студентов.....	14
4. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	15
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	16

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цель дисциплины**

*Цель дисциплины:* Формирование у студентов базовых знаний по теории надежности технических систем для решения практических задач по структуре и функциям техногенного риска.

### **1.2. Задачи изучения дисциплины**

Основная задача дисциплины – подготовка студентов к определению надежности, техногенного риска и использованию новейших достижений науки.

Для этого необходимо:

- формирование творческого инновационного подхода к надежности технических систем;
- овладение студентами умениями и навыками практического определения надежности технических систем и техногенного риска;
- формирование понимания надежности технических систем и техногенного риска как области профессиональной деятельности, требующих глубоких теоретических знаний.

### **1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП**

*Место дисциплины* в структуре ОПОП: Дисциплина «Надежность технических систем и техногенный риск» является дисциплиной базовой учебного плана по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиля «Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях».

### **1.4. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины**

В процессе изучения дисциплины формируются профессиональные компетенции и индикаторы достижения компетенции.

ПК-1.2.1 Способен участвовать в обеспечении промышленной безопасности, разработке мероприятий по гражданской обороне и защите от чрезвычайных ситуаций

В результате изучения дисциплины студенты должны:

*Знать:*

- основные понятия, термины и определения теории надежности;
- основные техносферные опасности, их свойства и характеристики, характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и устойчивость технических систем,

*Уметь:*

- идентифицировать основные опасности среды обитания человека, составлять прогнозы возможного развития ситуации.

*Владеть:*

- понятийно-терминологическим аппаратом в области надежности и риска;
- навыками обеспечения надежности технических систем и снижения техногенного риска;
- навыками использования технической и справочной литературы;

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1. Наименование и содержание тем**

#### **Тема 1: Природа, характеристика опасностей в техносфере и риски.**

Техносфера. Техника и техническая система. Определение опасности. Аксиомы о потенциальной опасности технических систем. Пороговый уровень опасности

Понятие о риске. Индивидуальный и групповой риск. Причины введения понятия о приемлемом риске. Факторы, определяющие значения приемлемого риска. Методы анализа риска. Основные источники и виды аварий и катастроф. Статистические данные об авариях и катастрофах. Основные факторы аварийности на производстве. Методы прогнозирования аварий и катастроф. Основные понятия, меры и показатели риска.

#### **Тема 2: Надежность технических систем.**

Основные понятия и определения теории надёжности. Показатели надёжности технических систем. Математические модели отказов. Расчет надежности невозстанавливаемых нерезервированных и резервированных технических систем. Расчет надежности восстанавливаемых нерезервированных и резервированных технических систем.

#### **Тема 3: Методы исследования безопасности технических систем.**

Анализ надежности с помощью дерева отказов. Логические символы и символы событий. Процедура построения дерева отказов. Логико-вероятностный расчет надежности системы с помощью дерева отказов. Построение дерева событий и способы его упрощения. Расчет вероятности появления головных событий и их возможных последствий (в виде ущерба). Методы риск-анализа. Нормирование и регулирование технического риска. Методические аспекты риск-анализа применительно к процедуре декларирования безопасности опасного промышленного объекта. Предварительный анализ опасностей. Выявление последовательности опасных ситуаций. Анализ последствий.

### **2.2. Распределение часов по темам и видам занятий**

## Тематический план изучения дисциплины для студентов очной формы обучения

№	Тема	Контактная работа обучающихся с преподавателем			В т.ч. в форме практической подготовки	Самостоятельная работа
		лекции	практич. занятия/ др. формы	лаборат. работы		
1.	Природа, характеристика опасностей в техносфере и риски.	10	10			6
2.	Надежность технических систем.	12	12			6
3.	Методы исследования безопасности технических систем.	10	10			5
4.	Подготовка к экзамену					27
<b>ИТОГО</b>		<b>32</b>	<b>32</b>			<b>44</b>

## Тематический план изучения дисциплины для студентов заочной формы обучения

№	Тема	Контактная работа обучающихся с преподавателем			В т.ч. в форме практической подготовки	Самостоятельная работа
		лекции	практич. занятия/ др. формы	лаборат. работы		
1.	Природа, характеристика опасностей в техносфере и риски.	1	1			26
2.	Надежность технических систем.	2	2			31
3.	Методы исследования безопасности технических систем.	1	1			30
4.	Подготовка к экзамену					9
<b>ИТОГО</b>		<b>4</b>	<b>4</b>			<b>96</b>

## Тематический план изучения дисциплины для студентов ускоренной формы обучения

№	Тема	Контактная работа обучающихся с преподавателем			В т.ч. в форме практической подготовки	Самостоятельная работа
		лекции	практич. занятия/ др. формы	лаборат. работы		
1.	Природа, характеристика опасностей в техносфере и риски.	1	1			26
2.	Надежность технических систем.	2	2			31
3.	Методы исследования безопасности технических систем.	1	1			30
4.	Подготовка к экзамену					9

	<b>ИТОГО</b>	4	4		96
--	--------------	---	---	--	----

Освоение дисциплины предусматривает репродуктивные (информационные лекции, опросы, работа с книгой и т.д.); активные (доклады, работа с информационными ресурсами).

### **3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине ««Надежность, оптимизация и диагностика автоматизированных систем» позволяет сформировать знания, умения и навыки магистрантов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность в области надежности, технических систем и техногенного риска. Проверка знаний материала лекционных и практических занятий проводится в виде тестирования.

Основные цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний, формирование умений использовать справочную документацию и дополнительную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельного мышления;
- развитие исследовательских умений.

Особую важность приобретают умения обучающихся выбирать материалы для профессиональной деятельности, определять надежность, технических систем, применяемых в профессиональной деятельности и оценивать степень техногенного риска.

. Методические рекомендации помогут обучающимся целенаправленно изучать материал по теме, определять свой уровень знаний и умений при выполнении самостоятельной работы.

#### **3.1. Методические рекомендации по самостоятельной подготовке теоретического материала**

Основной формой изучения курса является самостоятельная работа студента с книгой. В начале следует ознакомиться с программой курса, затем прочитать соответствующие разделы по учебнику. При изучении раздела необходимо усвоить основные понятия, термины, внимательно рассмотреть примеры и выводы. Усвоив тот или иной раздел учебника необходимо ответить на вопросы для самопроверки, приведённые в настоящих методических указаниях. Вопросы для самопроверки обращают внимание



студента на наиболее важные разделы курса и дают возможность установить, всё ли главное им усвоено.

Данное мероприятие выявляет аналитические умения, навыки выделения смысловых центров текста. Степень освоения данного вида самостоятельной работы оценивается тестированием (самостоятельно) и на собеседовании с преподавателем по вопросам.

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью нижеприведенных контрольных вопросов и заданий.

## **Контрольные вопросы**

1. Отказы технических систем
2. Аксиомы потенциальной опасности технических систем
3. Методы расчета надежности восстанавливаемых систем
4. Опасность - свойство, внутренне присущее любой технической системе
6. Особенность экспоненциального распределения
8. Риск и приемлемый риск
9. Вероятность отказов
10. Методы обнаружения опасностей
11. Качественные методы анализа риска
12. Количественные показатели риска
13. Резервирование системы
14. Развитие риска на промышленных объектах
15. Классификация отказов в технических системах
16. Оценка надежности элементов по результатам испытаний
17. Дерево событий
18. Диагноз ставится по результатам
19. Методы обнаружения опасностей
20. Техническое состояние
21. Неисправное состояние
22. Основное соединение
23. Влияние шахтной атмосферы срок на службы изоляции проводов и кабелей
24. Виды избыточности резервирования
25. Ресурс изделия
26. Средняя наработка до отказа
27. Дерево решений
28. Моделирование риска
29. Общность и различие процедур оценки и управления риском
30. Применение резервирования
31. Методы определения показателей надежности

32. Формирование отказов в технических системах
33. Оценка надежности элементов
34. Расчет надежности восстанавливаемых систем
35. Функциональное резервирование
36. Техническая диагностика элементов
37. Риск запроектной аварии
38. Анализ риска
39. Невосстанавливаемая система
40. Структурная схема объекта расчета надежности
41. Источники и факторы экологического риска
42. Источники и факторы технического риска
43. Календарный срок службы
44. Интенсивность отказов
45. Структурное резервирование
46. Понятие и виды риска
47. Источники опасности
48. Определение опасности
49. Классификация опасностей
50. Планы испытаний

### **3.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Самостоятельная работа студентов по подготовке к практическим занятиям, включает проработку и анализ теоретического материала, а также самоконтроль знаний по теме практического занятия с помощью нижеприведенных контрольных вопросов и заданий. При изучении тем дисциплины рекомендуется использовать литературные источники.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое структурная схема объекта расчета надежности.
2. Методы расчета надежности автоматизированных систем.
3. Какое распределение называют универсальным?
4. Виды показателей надежности.
5. Чем исправное состояние системы отличается от работоспособного?
6. Какие испытания проводят для определения фактических показателей надежности?
7. Виды резервирования.
8. Основное и резервное соединение элементов системы.
9. Может ли неисправная система быть работоспособной?
10. Что такое - календарный срок службы?
11. Какие элементы называются двухполюсными?

12. За счет чего осуществляется структурное резервирование?
13. Чем отличаются комплексные показатели надежности от единичных?
14. Что такое интенсивность отказов?
15. Как учитывается влияние условий эксплуатации автоматизированных систем в расчетах надежности?
16. Какое распределение используют в качестве математической модели постепенных отказов?
17. Какова цель технической диагностики?
18. Виды диагностирования.
19. Что включает в себя алгоритм диагностирования?
20. В чем заключается элементарный эксперимент?
21. Что означает показатель - коэффициент оперативной готовности?
22. Какова основная задача технической диагностики?
23. Как оценивается эффективность диагностирования?
24. Техническое состояние системы.
25. Как функциональное диагностирование позволяет определить техническое состояние системы?
26. По каким критериям применяется полученные знания практической работы в машиностроении?
27. Что такое эксперимент в исследовательской деятельности?
28. Что представляет собой часть системы, рассматриваемая как единое целое без учета её внутренней структуры?
29. Какие испытания применяют для автоматизированных систем?
30. В чем заключается обратная задача оптимизации?
31. Как определяется эффективность резервирования?
32. Модели надежности программного обеспечения?
33. Методы расчета сложных систем?
34. В чем заключается прямая задача оптимизации?
35. Виды отказов автоматизированных систем?
36. В каких случаях используется экспоненциальное распределение?
37. Что представляет собой элемент расчета надежности?
38. Как определяется глубина диагностирования?

### **3.3. Методические рекомендации по подготовке практико-ориентированного задания**

1. Необходимо определить какая система представлена в задании - или невозстанавливаемая.
2. Следует ответить на вопрос: представленная система является однофункциональной или многофункциональной? В последнем случае следует выделить основные функции, по которым будет проводиться расчет надежности.

3. Следует уяснить какие задачи выполняет представленная система и в зависимости от этого составить структурную схему.
4. Провести структурный анализ для упрощения структурной схемы.
5. Провести расчет надежности (оптимизации) системы.

### **3.4. Контроль знаний студентов**

Экзамен – форма контроля промежуточной аттестации, в результате которого обучающийся получает оценку по четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Цель экзамена – завершить курс изучения дисциплины, проверить сложившуюся у обучающегося систему знаний, понятий, отметить степень полученных знаний, определить сформированность компетенций.

Для того чтобы быть уверенным на экзамене, необходимо ответы на наиболее трудные, с точки зрения обучающегося, вопросы подготовить заранее и тезисно записать. Запись включает дополнительные ресурсы памяти.

К экзамену необходимо начинать готовиться с первой лекции, практического (семинарского) занятия, так как материал, набираемый памятью постепенно, неоднократно подвергавшийся обсуждению, образует качественные знания, формирует необходимые компетенции.

При подготовке к экзамену следует пользоваться конспектами лекций, учебниками.

## **4. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **Профессиональные пакеты программных средств:**

1. Microsoft Windows 8 Professional
2. Microsoft Office Professional 2010
3. Microsoft Windows 8.1 Professional

### **Информационные справочные системы**

ИПС «КонсультантПлюс»

ИПС «Гарант»

### **Базы данных**

Scopus: база данных рефератов и цитирования

<https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri>

E-library: электронная научная библиотека: <https://elibrary.ru>

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Надежность является одним из самых важных показателей современной техники. От нее зависят такие показатели, как качество, эффективность, безопасность, риск, готовность, живучесть. Техника может быть эффективной только при условии, если она имеет высокую надежность. Надежность техники определяется при ее проектировании и производстве. Чтобы создать техническую систему, удовлетворяющую требованиям надежности, необходимо уметь рассчитать ее надежность в процессе проектирования, знать методы обеспечения высокой надежности и способы их технической реализации. Необходимо также доказать экспериментально, что показатели надежности спроектированной системы не ниже заданных. Нужно также разработать методы, обеспечивающие высокую безотказность техники в процессе ее эксплуатации. Все это невозможно реализовать, если не владеть основами теории надежности. Ее должен знать проектирующий технику, технолог, эксплуатационщик. Необходимость знания теории надежности широкому кругу специалистов - одна из особенностей теории надежности как научной дисциплины.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Барботько А. И., Кудинов В. А. Надёжность технических систем и техногенный риск: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 256 с.
2. Березкин Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем; учебное пособие. - М: МИФИ, 2012. - 244 с.
3. Воскобоев В. Ф. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие. Ч. 1. Надежность технических систем / Академия гражданской защиты МЧС России. - М: Альянс, 2008. - 200 с
4. Дорохов А. Н. Обеспечение надежности сложных технических систем: учебник для вузов. - СПб.: Лань, 2011. - 349 с.
5. Острейковский В. А. Теория надежности: учеб. для вузов. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2008. - 463 с.
6. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надежности. - 2-е изд., перераб. и доп. -СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 704 с.
7. Симисинов Д. И., Боярских Г. А. Надежность технических систем и техногенный риск: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов. - Екатеринбург: УГГУ, 2009. - 37 с.
8. Труханов В. М., Матвеев А. М. Надежность сложных систем на всех этапах жизненного цикла. - М.: Спектр, 2012. - 664 с.
9. Хазин М. Л. Надежность, оптимизация и диагностика автоматизированных систем: учебник. - Екатеринбург: УГГУ, 2017. - 225 с.

10. Яхьяев Н. Я., Кораблин А. В. Основы теории надежности и диагностика: учебник для вузов - 2-е изд., перераб. - М.: Академия, 2014. - 208 с.

Учебное издание

Хазин Марк Леонтьевич

# НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК

методические указания по самостоятельной работе студентов направления  
подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Учебное пособие  
для самостоятельной работы

Редактор В. В. Баклаева

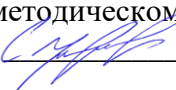
Подписано в печать . . .21 г. Бумага писчая. Формат 60 x 84 1/16  
Печать офсетная. Печ. л. 5,0. Уч.-изд. л 4,41. Тираж 50. Заказ № \_\_\_\_\_

Издательство УГГУ  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.  
Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета  
В лаборатории множительной техники УГГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебно-  
методическому комплексу  
 С.А.Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

по дисциплине:  
**Б1.В.02 ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА**

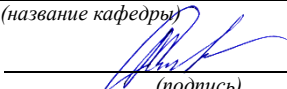
Направление подготовки  
**20.03.01 Техносферная безопасность**

Направленность (профиль)  
**"Экспертиза и аудит промышленной и пожарной  
безопасности"**

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Автор: Потапов В.Я. профессор, д.т.н., Потапов В.В. доцент, к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры  
Геологии и защиты в чрезвычайных  
ситуациях

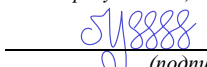
Зав. кафедрой   
(подпись)

Стороженко Л.А.  
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 02.09.2021  
(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

Цель и задача курсовой работы.....	3
Выбор задания.....	6
1. Общие методические рекомендации по выполнению и оформлению курсовой работы .....	6
2. Методические рекомендации к проведению расчетов параметров горения и взрыва.....	6
3. Расчет параметров горения и взрыва.....	10
4. Определение параметров взрыва паровоздушной смеси в помещении.....	28
Библиографический список.....	33
Приложение.....	34

## **Цель и задача курсовой работы**

Целью курсовой работы по дисциплине «Теория горения и взрыва», является заложить фундамент научных представлений о горении и взрыве, дать ключ глубокому пониманию этих явлений.

В курсовой работе студентам предлагается теоретически на основании расчетных методов определить параметры горения и взрыва выбранного горючего вещества, охарактеризовать его пожаровзрывоопасные свойства и сравнить полученные значения с показателями пожарной опасности, имеющимися в справочной литературе. Определить условия образования наиболее взрывоопасной паровоздушной смеси, определить параметры взрыва и рассчитать количество флегматизатора, необходимого для предотвращения взрыва такой смеси.

## Выбор задания

Номер варианта задания выбирается по последним двум цифрам номера зачетной книжки.

### Задание на выполнение курсовой работы

1. Для вещества А (выбрать из табл. 1 в соответствии с номером варианта задания) рассчитать следующие параметры горения и взрыва:

- адиабатическую температуру горения ( $T_{ад}$ );
- температуру взрыва ( $T_{взр}$ );
- концентрационные пределы распространения пламени (КПР);
- минимальную флегматизирующую концентрацию азота (МФК);
- концентрацию горючего в точке флегматизации;
- зависимость КПР от концентрации флегматизатора;
- минимально взрывоопасное содержание кислорода (МВСК);
- температурные пределы распространения пламени (ТПР);
- температуру самовоспламенения ( $T_{св}$ );
- максимальное давление взрыва ( $P_{max}$ );
- тротиловый эквивалент вещества ( $\eta_{ТНТ}$ ).

2. Найти в справочной литературе или в Интернете пожаровзрывоопасные характеристики вещества А и сравнить их с полученными расчетными значениями. Сделать выводы.

3. Для помещений заданных размеров **axbxh** (выбрать в табл. 1 в соответствии с номером варианта задания) определить:

- какое количество вещества А (кг) должно испариться в этом помещении, чтобы в нем создалась наиболее взрывоопасная паровоздушная смесь,
- тротиловый эквивалент взрыва этой паровоздушной смеси,

- безопасное расстояние по действию воздушной ударной волны взрыва,

- минимальное количество диоксида углерода (кг), которое потребуется для предотвращения взрыва в этом помещении.

При расчетах принять, что пары вещества равномерно распределены по помещению и помещение относительно герметично. Давление и температуру в помещении считать нормальными.

Таблица 1 - Варианты заданий по курсовой работе

Номер варианта	Вещество	Химическая формула	Температура кипения, °С	Размеры помещения $a \times b \times h$ , м
1	амилбензол	$C_{11}H_{16}$	202,0	4,0x3,5x3,0
2	трет-амиловый спирт	$C_5H_{12}O$	102,3	5,0x4,0x2,5
3	трет-бутилбензол	$C_{10}H_{14}$	168,0	4,5x4,0x3,0
4	2,2-диметилбутан	$C_6H_{14}$	49,7	5,5x4,0x3,0
5	2,4-диметилгексан	$C_8H_{18}$	109,4	6,0x4,5x3,0
6	3,3-диметилгептан	$C_9H_{20}$	137,0	7,0x5,0x3,5
7	2,6-диметил-4-гептанол	$C_9H_{20}O$	176,5	6,5x4,0x3,0
8	4,5-диметилоктан	$C_{10}H_{22}$	162,1	7,5x5,0x4,0
9	2,2-диметилпентан	$C_7H_{16}$	79,2	8,0x5,5x4,0
10	2,4-диметил-3-пентанол	$C_7H_{16}O$	138,7	8,5x5,0x4,0
11	2,4-диметил-3-этилпентан	$C_9H_{20}$	136,7	7,5x4,0x4,0
12	1,4-диэтилбензол	$C_{10}H_{14}$	183,8	8,0x5,0x3,5
13	3,5-диэтилтолуол	$C_{11}H_{16}$	201,0	9,0x5,5x4,0
14	втор-изоамиловый спирт	$C_5H_{12}O$	112,0	9,5x5,0x4,0
15	изобутиловый спирт	$C_4H_{10}O$	107,8	6,5x6,0x4,0
16	изогексиловый спирт	$C_6H_{14}O$	151,6	10,0x6,0x3,5
17	4-изопропилгептан	$C_{10}H_{22}$	158,0	9,5x6,0x4,0
18	п-ксилол	$C_8H_{10}$	138,3	10,0x4,5x3,0
19	2-метил- 1-бутанол	$C_5H_{12}O$	128,0	6,0x5,0x2,5

Номер варианта	Вещество	Химическая формула	Температура кипения, °С	Размеры помещения $a \times b \times h$ , м
20	3-метилгексан	$C_7 H_{16}$	92,0	8,5x4,0x3,0
21	2-метилгептан	$C_8 H_{18}$	117,6	9,0x6,0x5,5
22	4-метилоктан	$C_9 H_{20}$	142,4	6,5x3,0x3,0
23	3-метилпентан	$C_6 H_{14}$	63,3	8,0x6,0x4,5
24	4-метил-2-пентанол	$C_6 H_{14}O$	133,0	10,5x6,0x5,0
25	3-метил-4-этилгексан	$C_9 H_{20}$	140,6	6,0x4,5x3,0
26	2-метил-3-этилпентан	$C_8 H_{18}$	115,6	8,0x5,0x4,0
27	4-метил-2-этилпентанол	$C_8 H_{18}O$	177,3	7,0x4,0x3,0
28	пентаметилбензол	$C_{11} H_{16}$	232,0	6,0x4,0x3,0
29	пропилбензол	$C_9 H_{12}$	159,0	9,0x5,0x4,0
30	1,2,3,4-тетраметилбензол	$C_{10} H_{14}$	204,5	10,0x5,0x4,0

## **1. Общие методические рекомендации по выполнению и оформлению курсовой работы**

1. Курсовую работу выполняют в отдельной тетради или на листах формата А4. На титульном листе должны быть указаны наименование работы, ф.и.о. студента, выполнившего ее, и номер варианта в соответствии с заданием преподавателя.

2. По ходу выполнения работы необходимо давать подробные пояснения к проводимым расчетам. Расчетные формулы сначала записывать в общем виде, а затем подставлять численные значения величин. При использовании справочных данных и табличных значений необходимо указывать в тексте работы, откуда взята та или иная величина.

## **2. Методические рекомендации к проведению расчетов параметров горения и взрыва**

1. Расчет адиабатической температуры горения ( $T_{ад}$ ) проводят методом последовательных приближений, Теплоты образования

исходных горючих веществ, необходимые для расчета низшей теплоты сгорания по закону Гесса приведены в табл. 1 приложения настоящих методических указаний.

2. Аналогичным методом определяют и температуру взрыва ( $T_{\text{взр}}$ ).

3. Концентрационные пределы распространения пламени (КПР) рекомендуется провести по аппроксимационной формуле.

4. Для расчета минимальной флегматизирующей концентрации (МФК) рекомендуется воспользоваться уравнением теплового баланса.

5. Проводят расчет концентрации горючего в точке флегматизации.

6. По полученным расчетным значениям КПР, МФК и концентрации горючего в точке флегматизации строят графическую зависимость КПР от концентрации флегматизатора.

7. Рассчитывают минимальное взрывоопасное содержание кислорода (МВСК).

8. Температурные пределы распространения пламени (ТПР) определяют по расчетным значениям концентрационных пределов. Для установления зависимости давления паров жидкости от температуры необходимо использовать уравнение Антуана. Значения констант в уравнении Антуана приведены в таблице 1 приложения настоящих методических указаний. Обратите внимание, что в этой таблице коэффициенты  $A$ ,  $B$  и  $C$  приведены для случая, когда давление ( $P$ ) выражено в кПа, а температура ( $T$ ) в  $^{\circ}\text{C}$ .

9. Температуру самовоспламенения веществ ( $T_{\text{св}}$ ) определяют по длине углеродной цепи. Структурные формулы веществ приводятся в таблице 2 приложения настоящих методических указаний.

10. Рассчитывают максимальное давление взрыва ( $P_{max}$ ).
11. Определяют тротильный эквивалент вещества ( $\eta_{ТНТ}$ ).
12. Все рассчитанные параметры горения и взрыва вещества А заносят в таблицу 2.

13. В справочной литературе или в Интернете для вещества А находят известные показатели пожарной опасности вещества и также составляют таблицу 3 справочных значений. Причем здесь необходимо указать, из каких источников взяты эти величины.

Таблица 2 - Расчетные значения параметров горения и взрыва вещества А

Параметр горения и взрыва	Адиабат.тем-пература горения, T <sub>ад</sub>	Температура взрыва, T <sub>взр</sub>	КПР	МФК (N <sub>2</sub> )	МВСК	ТПР, К	Температура самовоспл., T <sub>св</sub>	Давление взрыва, P <sup>max</sup> <sub>взр</sub>	Тротильный эквивалент вещества, η <sub>ТНТ</sub>
Значение параметра									

Таблица 3 - Справочные значения показателей пожарной опасности вещества А

Показатель пожарной опасности	T <sub>всп</sub>	T <sub>св</sub>	Миним. флегм. конц. азота	МВСК	Тепл. образ.	Тепл. сгор.	Плотность:
Значение показателя							

14. На основании анализа параметров горения и взрыва вещества А и сравнения расчетных и экспериментальных значений делают вывод о пожарной опасности вещества и погрешности расчетных методик.

15. Количество вещества (кг), которое должно испариться в помещении размерами  $axb \times h$  чтобы в нем создалась наиболее взрывоопасная паровоздушная смесь, находят из условия образования в помещении паровоздушной смеси стехиометрического состава. Для этого из уравнения материального баланса горения находят стехиометрическую концентрацию вещества А. По рассчитанной концентрации вещества и известному объему помещения находят объем паров вещества А. Зная объем паров, рассчитывают их массу, воспользовавшись понятием киломоля вещества (для справки: масса одного киломоля вещества численно равна молекулярной массе в кг, объем одного киломоля вещества в газообразном состоянии при нормальных условиях равен 22,4 м).

16. Рассчитывают тротиловый эквивалент взрыва ( $M_{\text{ТНТ}}$ ) парогазовой смеси в помещении.

17. Находят размер безопасной зоны ( $K_{\text{без}}$ ) по действию давления воздушной ударной волны.

18. Для определения количества диоксида углерода ( $M_{\text{CO}_2}$  в кг), необходимого для предотвращения взрыва в помещении, находят его минимальную флегматизирующую концентрацию как в пункте 4, затем его объем и массу.

19. Результаты расчетов, выполненных по пунктам 14-17, оформляются в виде таблицы (табл. 4).



Таблица 4 - Параметры взрыва паровоздушной смеси вещества в помещении объем V

Расчетные параметры	Наибольшая взрывоопасная концентрация вещества А в паровоздушной смеси, $\varphi_{стех}$ % (об.)	Количество вещества, создающее наиболее взрывоопасную паровоздушную смесь в помещении m, кг	Тротильный эквивалент взрыва, $M_{ТНТ}$	Безопасное расстояние по действию воздушной ударной волны $R_{без}, м$	Количество необходимого $CO_2$ для предотвращения взрыва $M_{CO_2}, кг$
Численные значения параметров					

20. В конце работы формулируются общие выводы по курсовой работе и указывается использованная литература.

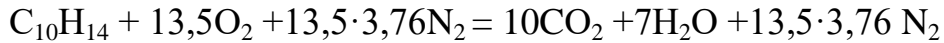
### 3. Расчет параметров горения и взрыва

3.1. Для определения адиабатической температуры горения необходимо знать объем продуктов горения и количество теплоты, выделившееся при сгорании вещества. Объем продуктов горения находят из уравнения материального баланса, а теплоту сгорания вещества по закону Гесса. Расчет адиабатической температуры горения проводят методом последовательных приближений, используя зависимость теплосодержания продуктов горения от температуры.

Уравнение материального баланса позволяет рассчитывать количество воздуха, необходимое для горения любого горючего вещества и количество образующихся продуктов горения.

Минимальное количество воздуха, необходимое для полного сгорания единицы количества (кг, кмоль,  $m^3$ ) горючего вещества, называется теоретическим количеством воздуха  $V_B^0$ .

Запишем уравнение материального баланса горения 1,2,3,4-тетраметилбензола



В общем виде формула для расчета количества воздуха:

$$V_B^0 = \frac{n_{O_2} + n_{N_2}}{n_r} \quad (1)$$

где  $n_{O_2}$ ,  $n_{N_2}$ ,  $n_r$  - число кмоль кислорода, азота и горючего вещества в уравнении материального баланса, кмоль.

А для расчета объема продуктов горения:

$$V_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_r}, V_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{n_r} \text{ и } V_{N_2}^0 = \frac{n_{N_2}}{n_r}, \quad (2)$$

где  $n_{CO_2}$ ,  $n_{N_2}$ ,  $n_{H_2O}$  - количество кмоль веществ в правой части уравнения материального баланса,

$V_{N_2}^0$  - объем азота из воздуха, участвовавшего в горении, кмоль/кмоль.

Общий объем продуктов горения определяется по формуле:

$$V_{пр}^0 = V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2}^0 \quad (3)$$

Подставив значения получаем

$$V_B^0 = \frac{13,5 + 13,5 \times 3,76}{1} = 64,26$$

$$V_{CO_2} = \frac{10}{1} = 10$$

$$V_{H_2O} = \frac{7}{1} = 7$$

$$V_{N_2}^0 = \frac{13,5 \times 3,76}{1} = 50,76$$

Общий объем продуктов горения

$$V_{пр}^0 = 10 + 7 + 50,76 = 67,76$$

При расчетах температуры горения пользуются величиной  $Q_n$  так как при температуре горения вода находится в газообразном состоянии. Значения низшей теплоты сгорания вещества (тепловой эффект химической реакции) приводится в справочной литературе.

Эта величина может быть рассчитана по закону Гесса, который говорит о том, что тепловой эффект химической реакции равен разности сумм теплоты образования продуктов реакции и теплоты образования исходных веществ:

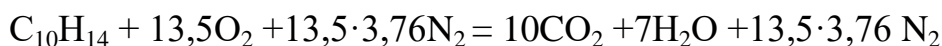
$$Q_H = (\sum \Delta H_{fi}^0 \cdot n_i)_{\text{прод}} - (\sum \Delta H_{fi}^0 \cdot n_i)_{\text{исх}}, \quad (4)$$

где  $\Delta H_{fi}^0$  - теплота образования  $i$ -того вещества,

$n_i$  - количество молей  $i$ -го вещества.

Теплота образования сложного вещества равна количеству теплоты, выделившейся при его образовании из простых веществ. Теплота образования простого вещества, молекулы которого состоят из атомов одного элемента, например,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $S$ ,  $C$ ) принимается равной нулю.

При сгорании 1,2,3,4-тетраметилбензола



низшая теплота сгорания, согласно закону Гесса, равна

$$Q_H = \Delta H_{fCO_2}^0 \cdot n_{CO_2} + \Delta H_{fH_2O}^0 \cdot n_{H_2O} + \Delta H_{fN_2}^0 \cdot n_{N_2} - \Delta H_{fC_{10}H_{14}}^0 \cdot n_{C_{10}H_{14}} - \Delta H_{fO_2}^0 \cdot n_{O_2} - \Delta H_{fN_2}^0 \cdot n_{N_2} \quad (5)$$

Учитывая, что кислород и азот, простые вещества, для них  $\Delta H_f^0 = 0$

$$Q_H = \Delta H_{fCO_2}^0 \cdot n_{CO_2} + \Delta H_{fH_2O}^0 \cdot n_{H_2O} + \Delta H_{fN_2}^0 \cdot n_{N_2} - \Delta H_{fC_{10}H_{14}}^0 \cdot n_{C_{10}H_{14}} \quad (6)$$

Подставляя значения теплоты образования  $CO_2$ ,  $H_2O$  и  $C_{10}H_{14}$  из табл. II приложения, окончательно получим

$$Q_H = 396,9 \times 10 + 242,2 \times 7 - 41,9 \times 1 = 5622,5 \text{ кДж/моль}$$

Под температурой горения понимают максимальную температуру, до которой нагреваются продукты горения. Принято различать адиабатическую температуру горения, рассчитываемую без учета потерь тепла в окружающее пространство, и действительную температуру горения, учитывающую эти

теплопотери. Температура горения зависит от концентрации горючего в горючей смеси. Если горение происходит с избытком воздуха, т.е. при  $\alpha > 1$ , то выделившееся в результате сгорания тепло частично затрачивается на нагрев этого лишнего воздуха. В горючей смеси с  $\alpha < 1$  из-за недостатка воздуха полное сгорание горючего вещества произойти не может, поэтому и тепловыделение в такой смеси будет неполным. Из этого можно сделать вывод, что максимальная температура горения будет при сгорании стехиометрической смеси, т.е. при  $\alpha = 1$ .

Адиабатическую температуру горения вещества находим при условии отсутствия теплопотерь ( $\eta = 0$ ) для стехиометрической смеси горючего с воздухом, т. е. при  $\alpha = 1$ .

Так как теплопотери отсутствуют, то все выделившееся тепло идет на нагревание продуктов горения. Среднее теплосодержание продуктов горения будет составлять

$$H_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{н}}}{\sum V_{\text{пр}i}} = \frac{Q_{\text{н}}}{V_{\text{CO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{N}_2}^0} \quad (7)$$

$$H_{\text{ср}} = \frac{5622,5}{10+7+50,76} = 82,977 \text{ кДж/моль}$$

Воспользовавшись зависимостью теплосодержания газов от температуры (табл. IV приложения), можно установить, какой температуре соответствует такое теплосодержание. Лучше всего это сделать, ориентируясь на азот, так как его больше всего в продуктах горения. Из табл. IV приложения видно, что при температуре 2400°C теплосодержание азота 81,5 кДж/моль. Уточним, сколько потребовалось бы тепла, чтобы нагреть продукты горения до такой температуры.

При  $T_1 = 2400 \text{ }^\circ\text{C}$

$$Q_1 = H_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{CO}_2} + H_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} + H_{\text{N}_2} \cdot V_{\text{N}_2}^0, \quad (8)$$

подставляя численные значения теплосодержаний этих газов из табл.

IV приложения, получим

$$Q_1 = 133 \cdot 10 + 109,6 \cdot 7 + 81,5 \cdot 5,76 = 6234,14 \text{ кДж/моль}$$

Но это больше, чем выделилось тепла в результате реакции горения

$$Q_1 > Q_H$$

Поэтому можно сказать, что температура горения меньше, чем 2400 °С. Определим, сколько тепла потребуется для нагревания продуктов горения до 2300 °С.

При  $T_2 = 2300 \text{ °С}$

$$Q_2 = 126,9 \cdot 10 + 104,2 \cdot 7 + 77,8 \cdot 50,76 = 5947,528 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_2 > Q_H, \text{ значит } T_r < 2300 \text{ °С.}$$

Сделаем следующий шаг (в этом и состоит суть метода последовательных приближений), выберем  $T_3 = 2200 \text{ °С}$ , при этой температуре

$$Q_3 = 120,8 \cdot 10 + 98,8 \cdot 7 + 74,1 \cdot 50,76 = 5660,916 \text{ кДж/моль}$$

Это совсем немного больше, чем  $Q_H$ .

При  $T_4 = 2100 \text{ °С}$

$$Q_4 = 114,7 \cdot 10 + 93,4 \cdot 7 + 70,4 \cdot 50,76 = 5374,304 \text{ кДж/моль}$$

$Q_4$  уже меньше, чем  $Q_H$ , из этого можно сделать вывод, что температура горения имеет значение между 2100 °С и 2200 °С. Уточним эту температуру линейной интерполяцией между двумя этими ближайшими значениями

$$T_r^{\text{ад}} = T_4 + \frac{T_3 - T_4}{Q_3 - Q_4} (Q_H - Q_4) \quad (9)$$

$$T_r^{\text{ад}} = 2100 + \frac{2200 - 2100}{5660,916 - 5374,304} (5622,5 - 5374,304) = 2186,596 \text{ °С} = 2459,596 \text{ К}$$

3.2. Температуру взрыва находят тем же методом последовательных приближений, только в этом случае используют

зависимость внутренней энергии продуктов горения (взрыва) от температуры.

Принципиальное различие между горением и взрывом заключается в скорости процесса. При взрыве химическое превращение происходит настолько быстро, что все выделившееся тепло остается в системе, а образовавшиеся продукты не успевают расшириться, т.е. процесс взрыва является адиабатическим и изохорным ( $V = \text{const}$ ). Количество теплоты, выделившееся при взрыве, примерно равно низшей теплоте сгорания вещества. Температура взрыва значительно выше адиабатической температуры горения, так как при горении часть тепла, выделившегося при химическом превращении, затрачивается на совершение работы расширения газа, а при взрыве все выделившееся тепло расходуется только на увеличение внутренней энергии системы.

Температуру взрыва находят при условии отсутствия теплопотерь ( $\eta = 0$ ).

Так как процесс взрыва адиабатно - изохорный (теплопотери отсутствуют, и нагревание продуктов происходит без расширения газовой смеси), все выделившееся тепло расходуется на увеличение внутренней энергии системы. Среднее значение внутренней энергии продуктов взрыва составит

$$U_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{н}}}{\sum V_{\text{пр}i}} \quad (10)$$
$$U_{\text{ср}} = \frac{5622,5}{67,76} = 82,98 \text{ кДЖ/моль}$$

Воспользовавшись зависимостью внутренней энергии газов от температуры (табл. V приложения), можно установить, какой температуре соответствует такое значение внутренней энергии. Сделаем это по азоту, так как его больше всего в продуктах взрыва. Из табл. V приложения следует, что при температуре 3000К

внутренняя энергия 1 моля азота составляет 78,9 кДж/моль. Проверим расчетом, какое количество тепла требуется для того, чтобы продукты взрыва нагреть до этой температуры.

При  $T_1 = 3000 \text{ }^\circ\text{C}$

$$Q_1 = U_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{CO}_2} + U_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} + U_{\text{N}_2} \cdot V_{\text{N}_2}^0 \quad (11)$$

подставляя численные значения внутренней энергии для этих газов из таблицы V приложения, получим

$$Q_1 = 145 \cdot 10 + 116,3 \cdot 7 + 78,9 \cdot 50,76 = 6269,064 \text{ кДЖ/моль}$$

Это больше той энергии, которая выделилась при взрыве. Поэтому выберем следующее более низкое значение температуры  $T_2 = 2900 \text{ }^\circ\text{C}$  и определим, какое количество тепла при этой температуре будут содержать продукты взрыва.

$$Q_2 = 139,7 \cdot 10 + 111,7 \cdot 7 + 76,4 \cdot 50,76 = 6056,964 \text{ кДЖ/моль}$$

Это тоже больше, чем количество тепла, выделившегося при взрыве и означает, что температура взрыва ниже этого значения. Рассчитаем, какое количество тепла содержат продукты взрыва при температуре  $T_3 = 2800 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$Q_3 = 134,2 \cdot 10 + 107 \cdot 7 + 73,1 \cdot 50,76 = 5801,556 \text{ кДЖ/моль}$$

Это немного больше, чем количество тепла, выделившегося при взрыве и означает, что температура взрыва ниже этого значения. Рассчитаем, какое количество тепла содержат продукты взрыва при температуре  $T_4 = 2700 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$Q_4 = 128,9 \cdot 10 + 102,4 \cdot 7 + 70,2 \cdot 50,76 = 5569,152 \text{ кДЖ/моль}$$

Это значение уже меньше, чем  $Q_n$  на этом основании можно сделать вывод, что температура взрыва находится между значениями  $T_4 = 2700 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $T_3 = 2800 \text{ }^\circ\text{C}$ . Уточним значение температуры взрыва методом линейной интерполяции

$$T_{\text{взр}} = T_4 + \frac{T_3 - T_4}{Q_3 - Q_4} (Q_n - Q_4) \quad (12)$$

$$T_{\text{взр}} = 2700 + \frac{2800 - 2700}{5801,556 - 5569,152} (5622,5 - 5569,152) 2722,955 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 2995,95 \text{ K}$$

Если сравнить полученное значение температуры взрыва с адиабатической температурой горения, можно прийти к выводу, что температура взрыва примерно на 500 К выше адиабатической температуры горения. Таким образом, химическое превращение, протекающее в форме взрыва (изохорно-адиабатический процесс), происходит со значительно большим разогревом.

### 3.3. Концентрационные пределы распространения пламени (КПР) и стехиометрическая концентрация

Газовая смесь горючего с окислителем способна воспламениться и распространять пламя только при определенных концентрациях горючего. Минимальная концентрация горючего, при которой смесь способна воспламениться и распространять пламя, называется нижним концентрационным пределом распространения пламени (НКПР), а максимальная концентрация горючего – верхним концентрационным пределом распространения пламени (ВКПР). При концентрациях горючего ниже НКПР и выше ВКПР его смеси с воздухом негорючи. Например, для метана  $\text{CH}_4$  концентрационные пределы распространения пламени составляют НКПР – 5 об. %, а ВКПР – 15 об. % (см. табл. X приложения), для аммиака  $\text{NH}_3$  НКПР – 15 об. %, а ВКПР – 28 об. %. Скорость распространения пламени и его температура минимальны в предельных смесях, т.е. при концентрациях горючего, равных НКПР и ВКПР. Максимальные значения скорости и температуры пламени, как правило, имеют смеси стехиометрического состава. Поэтому эти смеси наиболее пожаровзрывоопасны. Концентрацию горючего в стехиометрической



смеси рассчитывают по уравнению материального баланса процесса горения.

Значения как нижнего, так и верхнего концентрационных пределов распространения пламени (КПР) можно рассчитать по аппроксимационной формуле.

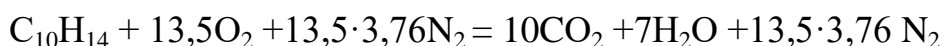
$$\varphi_{н(в)} = \frac{100}{an+b}, \quad (13)$$

где  $n$  - число молей кислорода, необходимое для полного сгорания одного моля горючего вещества, находят из уравнения реакции горения (стехиометрический коэффициент при кислороде);

$a$  и  $b$  - константы, имеющие определенные значения для нижнего и верхнего пределов в зависимости от значения  $n$  (Таблица 5).

Для расчета необходимо знать число молей кислорода, необходимое для полного сгорания 1 моля 1,2,3,4-тетраметилбензола

Запишем уравнение горения



Из уравнения видно, что  $n = 13,5$

Таблица 5- Величины  $a$  и  $b$  для расчета КПР

Область применения	$a$	$b$
Для вычисления нижнего предела	8,684	4,679
Для вычисления верхнего предела при $n < 7,5$	1,550	0,560
при $n > 7,5$	0,768	6,554

Рассчитываем нижний концентрационный предел распространения пламени по аппроксимационной формуле, воспользовавшись значениями  $a$  и  $b$

$$\varphi_n = \frac{100}{8,684 \cdot 13,5 + 4,679} = 0,82\%$$

Аналогично находим верхний концентрационный предел, учитывая, что  $n > 7,5$

$$\varphi_{\text{в}} = \frac{100}{0,768 \cdot 13,5 + 6,554} = 5,91\%$$

3.4. Концентрационная область распространения пламени горючей смеси сужается при введении негорючих компонентов. Изменение концентрационных пределов зависит от природы и концентрации негорючего вещества, используемого в качестве флегматизатора.

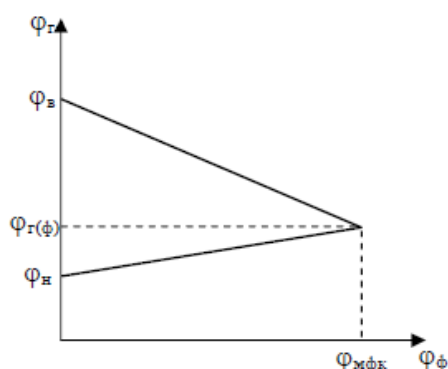


Рис. 1- Зависимость концентрационных пределов распространения пламени от концентрации флегматизатора в газовой смеси.

Чаще всего в качестве флегматизаторов используют нейтральные газы (нераагирующие в пламени), такие, как углекислый газ  $\text{CO}_2$ , азот  $\text{N}_2$ , водяной пар  $\text{H}_2\text{O}$ . При увеличении концентрации флегматизатора в горючей смеси верхний концентрационный предел уменьшается, а нижний, как правило, незначительно увеличивается. При некоторой определенной для каждого флегматизатора концентрации нижний и верхний концентрационные пределы смыкаются (рис. 1). Эта точка называется экстремальной точкой области распространения пламени или точкой флегматизации. Концентрация флегматизатора, при которой происходит смыкание нижнего и верхнего концентрационных пределов, называется

минимальной флегматизирующей концентрацией (МФК). По сути, это минимальное количество флегматизатора, которое необходимо ввести в газоздушную смесь стехиометрического состава, чтобы сделать ее негорючей. Речь идет о стехиометрической смеси, так как она наиболее пожаровзрывоопасна. Минимальную флегматизирующую концентрацию можно рассчитать, если исходить из того, что адиабатическая температура горения смеси стехиометрического состава не может быть меньше 1500 К.

Для расчета минимальной флегматизирующей концентрации (МФК) азота в паровоздушной смеси используют уравнение теплового баланса и понятие предельной адиабатической температуры горения.

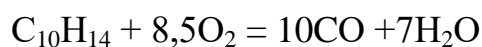
МФК найдем из условия предельной адиабатической температуры горения стехиометрической метановоздушной смеси, формула 14, где  $T_r = 1500$  К:

$$V_{\phi} = \frac{Q_H - (T_r - T_0) \cdot \sum c_{pi} \cdot V_{nri}}{(T_r - T_0) \cdot c_{рф}} \quad (14)$$

где  $c_{рф}$  - среднее значение теплоемкости флегматизатора при постоянном давлении для температурного интервала 273-1500 К.

Поскольку при этих условиях сгорание идет в основном с образованием CO, определим низшую теплоту сгорания 1,2,3,4-тетраметилбензола для такого случая.

Запишем химическое уравнение горения



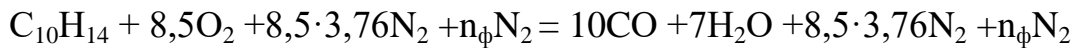
Низшая теплота сгорания метана в этом случае по закону Гесса

$$Q_H = \Delta H_{fCO}^0 \cdot n_{CO} + \Delta H_{fH_2O}^0 \cdot n_{H_2O} - H_{fC_{10}H_{14}}^0 \cdot n_{C_{10}H_{14}} \quad (15)$$

Подставляя значения теплот образования, взятых из табл. II приложения, получим

$$Q_H = 112,7 \cdot 10 + 242,2 \cdot 7 - 41,9 \cdot 1 = 2780,5 \text{ кДж/моль}$$

Теперь составим уравнение материального баланса процесса горения метана, включив в него и флегматизатор  $N_2$



где  $n_{\phi}$  - число молей флегматизатора.

Уравнение для данного случая примет вид:

$$V_{\phi} = \frac{Q_n - (T_r - T_0) \cdot [c_{pCO} \cdot V_{CO} + c_{pH_2O} \cdot V_{H_2O} + c_{pN_2} \cdot V_{N_2}^0]}{(T_r - T_0) \cdot c_{pN_2}} \quad (16)$$

Из правой части уравнения материального баланса видно, что объем продуктов горения

$$V_{CO} = 10 \text{ моль/моль}$$

$$V_{H_2O} = 7 \text{ моль/моль}$$

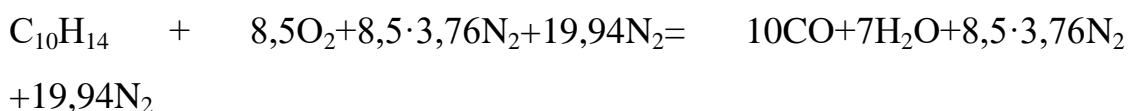
$$V_{N_2}^0 = 31,96 \text{ моль/моль}$$

Подставляя значения  $Q_n$ ,  $T_r = 1500 \text{ К}$ ,  $c_{p_{гг}}$ ; взятые из табл. 1 на стр. 16 методических указаний, получим, что объем флегматизатора, соответствующий МФК

$$V_{\phi} = \frac{2780,5 - (1500 - 273) \cdot [3,37 \cdot 10^{-2} \cdot 10 + 3,98 \cdot 10^{-2} \cdot 7 + 3,18 \cdot 10^{-2} \cdot 31,96]}{(1500 - 273) \cdot 3,18 \cdot 10^{-2}}$$

$$= 19,94 \text{ моль/моль}$$

Перепишем уравнение материального баланса для сгорания смеси предельного состава



В исходной горючей смеси (левая часть уравнения) на 1 моль 1,2,3,4-тетраметилбензола приходится  $n_{O_2} = 8,5$  моль кислорода,  $n_{N_2} = 8,5 \cdot 3,76$  моль азота и  $n_{\phi(N_2)} = 19,94$  моль флегматизатора.

Минимальная флегматизирующая концентрация азота будет равна

$$\varphi_{\text{мфк}} = \frac{n_{\phi} \cdot 100}{n_r + n_{O_2} + n_{N_2} + n_{\phi}} \quad (17)$$

$$\varphi_{\text{МФК}} = \frac{19,94 \cdot 100}{1 + 8,5 + 31,96 + 19,94} = 32,48\%$$

3.5. Концентрацию горючего в точке флегматизации находят по формуле

$$\varphi_{\text{Г}(\phi)} = \frac{n_{\text{Г}} \cdot 100}{n_{\text{Г}} + n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2} + n_{\phi}} \quad (18)$$

$$\varphi_{\text{Г}(\phi)} = \frac{1 \cdot 100}{1 + 8,5 + 31,96 + 19,94} = 1,63\%$$

3.6. По полученным расчетным значениям КПР, МФК и концентрации горючего в точке флегматизации строим графическую зависимость концентрационных пределов распространения пламени от концентрации флегматизатора.

3.7. Минимальное взрывоопасное содержание кислорода (МВСК) рассчитывают по формуле

$$\varphi_{\text{O}_2(\phi)} = \frac{n_{\text{O}_2} \cdot 100}{n_{\text{Г}} + n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2} + n_{\phi}} \quad (19)$$

$$\varphi_{\text{O}_2(\phi)} = \frac{8,5 \cdot 100}{1 + 8,5 + 31,96 + 19,94} = 13,84\%$$

3.8. Температурные пределы распространения пламени (ТПР).

Температурными пределами распространения характеризуют пожарную опасность жидких горючих веществ. Нижний температурный предел распространения (НТПР) – это температура жидкости, при которой концентрация насыщенных паров над ее поверхностью равна НКПР. Аналогично при верхнем температурном пределе распространения пламени (ВТПР) концентрация насыщенных паров жидкости равна ВКПР. Из этого следует, что если для горючего вещества известны КПР, то по зависимости

давления насыщенного пара от температуры могут быть найдены температурные пределы.

Температурные пределы распространения пламени (ТПР) определим по расчетным значениям концентрационных пределов. Для установления зависимости давления паров жидкости от температуры необходимо использовать уравнение Антуана. Значения констант в уравнении Антуана приведены в табл. III приложения методических указаний.

Нижний концентрационный предел распространения 0,82%

Определяем, какому давлению насыщенного пара соответствует значение нижнего концентрационного предела

$$P_H = \frac{\varphi_H \cdot P_0}{100}, \quad (20)$$

где  $P_0$  - атмосферное давление (общее давление паровоздушной смеси).

$$P_H = \frac{0,82 \cdot 101,3}{100} = 0,83066 \text{кПа}$$

Для нахождения значения НТПР ( $T_H$ ) по известной величине  $P_H$  можно, воспользоваться уравнением Антуана, выражающим зависимость давления насыщенного пара от температуры жидкости.

$$\log_{10} P = A - \frac{B}{C+t} \quad (21)$$

$$t = \frac{B}{A - \log_{10} P} - C \quad (22)$$

Для 1,2,3,4-тетраметилбензола

$$A=6,24188$$

$$B=1693,156$$

$$C=195,234$$

Подставляя численные значения в уравнение, получим:

$$t_n = \frac{1693,156}{6,24188 - \log_{10} 0,83066} 195,234 = 72,566^{\circ} \text{C} = 345,566 \text{ K}$$

Аналогично находим значение ВТПР ( $T_B$ )

$$P_B = \frac{\varphi_B \cdot P_0}{100} \quad (23)$$

$$P_B = \frac{5,91 \cdot 101,3}{100} = 5,98683 \text{ кПа}$$

$$t_B = \frac{1693,156}{6,24188 - \log_{10} 5,98683} 195,234 = 114,59^{\circ} \text{C} = 387,59 \text{ K}$$

### 3.9. Температура самовоспламенения $T_{св}$ .

Установлено, что в пределах гомологического ряда величина  $T_{св}$  является функцией длины углеродной цепи в молекуле. Чем длиннее цепь, тем ниже температура самовоспламенения. Метод расчета  $T_{св}$  основан на эмпирической зависимости  $T_{св}$  от средней длины углеродной цепи.

Метод пригоден для расчета  $T_{св}$  алифатических углеводородов, алифатических спиртов и ароматических углеводородов.

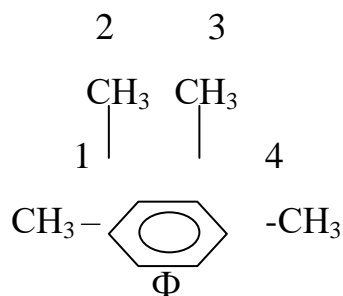
Задача состоит в том, чтобы по структурной формуле химического соединения найти для него среднюю длину углеродных цепей.

*Углеродная цепь* – это цепочка атомов углерода от одного конца молекулы до другого.

*Длина цепи* – это число атомов углерода в такой цепи.

Температуру самовоспламенения веществ ( $T_{св}$ ) определяют по средней длине углеродной цепи. Структурная формула вещества приведена в табл. VI приложения методических указаний.

Записываем структурную формулу соединения 1,2,3,4-тетраметилбензол и вводим обозначения



В молекуле химического соединения со сложной структурой бывает трудно сразу найти все углеродные цепи. Поэтому для определения числа цепей используют формулу (24).

При определении длины углеродных цепей в молекуле алифатического спирта необходимо учитывать следующее правило. Гидроксильная группа в углеродной цепи увеличивает ее длину на единицу.

При определении числа цепей и их длины в молекуле ароматического соединения следует иметь в виду следующие правила:

1. Фенил (бензольное кольцо), находящийся внутри углеродной цепи, считается и как концевой.
2. При определении углеродной цепи атомы углерода в бензольном кольце в расчет не принимаются.
3. Фенил, находящийся в углеродной цепи, укорачивает ее на единицу.

В молекуле соединения 1,2,3,4-тетраметилбензола четыре концевые метильные группы  $-\text{CH}_3$  и одна – фенил, т.е.  $M_p=5$

$$m = \frac{M_p(M_p-1)}{2} = \frac{5(5-1)}{2} = 10 \quad (24)$$

В этом соединении согласно правилу концевым необходимо считать и фенил. В этом случае углеродные цепи будут заканчиваться не только на метильных группах  $-\text{CH}_3$ , но и на



бензольном кольце. Составим таблицу, в которую внесем углеродные цепи и их длину.

Углеродная цепь $m_i$	1-2	1-3	1-4	1-Ф	2-Ф	3-Ф	4-Ф	2-4	3-4	2-3
Длина цепи	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1

При определении длины цепи атомы углерода, имеющиеся в бензольном кольце, в расчет не принимаются. У углеродных цепей, которые имеют в своем составе фенил как в середине, так и в конце цепи, длина цепи на единицу меньше, чем число атомов углерода.

Рассчитаем среднюю длину углеродных цепей

$$l_{\text{ср}} = \frac{6 \cdot 1 + 4 \cdot 0}{10} = 0,6$$

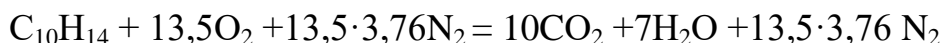
По табл. IX приложения к методическим указаниям найдем  $T_{\text{св}}$  ароматического соединения с соответствующей длиной цепи  $T_{\text{св}} = 723\text{K} = 450^\circ\text{C}$ .

3.10. Максимальное давление взрыва  $P_{\text{взр}}^{\text{max}}$  рассчитываем по формуле, в которой используют полученное ранее значение температуры взрыва

$$P_{\text{взр}}^{\text{max}} = P_0 \cdot \frac{T_{\text{взр}} \cdot n_{\text{пг}}}{T_0 \cdot n_{\text{с}}} \quad (25)$$

где  $P_0$ ,  $T_0$  и  $n_{\text{с}}$  - давление, температура и количество молей горючей смеси до взрыва;  $T_{\text{взр}}$  и  $n_{\text{пг}}$  - температура взрыва и количество молей продуктов горения. Считаем, что исходная смесь до взрыва находилась при нормальных условиях ( $T_0 = 273\text{K}$ ,  $P_0 = 101,3\text{кПа}$ ).

Запишем уравнение материального баланса процесса горения 1,2,3,4-тетраметилбензола в воздухе



По уравнению определим количество молей газовой смеси до взрыва  $n_c$  и после взрыва  $n_{пг}$

$$n_c = n_r + n_{O_2} + n_{N_2} \quad (26)$$

$$n_c = 1 + 13,5 + 13,5 \cdot 3,76 = 65,26 \text{ моль}$$

$$n_{пг} = n_{CO_2} + n_{H_2O} + n_{N_2} \quad (27)$$

$$n_{пг} = 10 + 7 + 13,5 \cdot 3,76 = 67,76 \text{ моль}$$

Подставляя значения величин, получим

$$P_{взр}^{max} = 101,3 \cdot \frac{2995,95 \cdot 67,76}{273 \cdot 65,26} = 1154,27 \text{ кПа}$$

Избыточное давление взрыва

$$\Delta P_{взр} = P_{взр}^{max} - P_0 \quad (28)$$

$$\Delta P_{взр} = 1154,27 - 101,3 = 1052,97 \text{ кПа}$$

3.11. Тротильный эквивалент вещества  $\eta_{ТНТ}$  определяют по формуле

$$\eta_{ТНТ} = \frac{Q_H}{Q_{ТНТ}} \quad (29)$$

Для оценки мощности взрыва используется понятие тротилового эквивалента. Известно, что при взрыве 1 кг тротила (тринитротолуола - ТНТ) выделяется энергия, равная  $Q_{ТНТ} = 4,1940$  кДж/кг. Исходя из этого, мощность любого взрыва можно условно характеризовать количеством тротила, которое может произвести во взрыве выделение такого же количества энергии.

$Q_H = 5622,5$  кДж/моль. Учитывая, что масса 1 моля 1,2,3,4-тетраметилбензола равна  $134,24 \cdot 10^{-3}$  кг/моль,

$$Q_H = \frac{5622,5}{134,24 \cdot 10^{-3}} = 41,88 \cdot 10^3 \text{ кДж/кг}$$

$$\eta_{ТНТ} = \frac{41,88 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 10^3} = 9,96$$

## Сравнение полученных расчетных значений со справочными данными

Все рассчитанные параметры горения и взрыва вещества *A* заносим в таблицу 1

Таблица 1-Расчетные значения параметров горения и взрыва  
вещества *A*

Параметр горения и взрыва	Адиабат. температура горения, $T_{ад}$	Температура взрыва, $T_{взр}$	КПР	МФК ( $N_2$ )	МВСК	ТПР, К	Температура самовоспл., $T_{св}$	Давление взрыва, $P_{max}$ <sub>взр</sub>	Трогильный эквивалент вещества, $U_{ТГЭ}$
Значение параметра	2459,5 96 К	2995, 95 К	0,82% 5,91 %	32,48%	13,84%	345,566 387,59	723 К 450 °С.	1154,27 кПа	9,96

В справочной литературе и в Интернете для вещества *A* находим известные показатели пожарной опасности вещества и также составляем таблицу справочных значений.

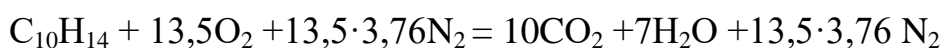
Таблица 2-Справочные значения показателей пожарной опасности  
вещества *A*

Показатель пожарной опасности	$T_{всп}$	$T_{св}$	миним. флегм. конц. азота	МВСК	тепл. образ.	тепл. сгор.
Значение показателя	74 <sup>0</sup> С	425°С	44,8%	11,4% об.	41,9 кДж/моль	5608,9 кДж/моль

На основании анализа параметров горения и взрыва вещества *A* и сравнения расчетных и экспериментальных значений можно сделать вывод о пожарной опасности вещества и погрешности расчетных методик.

#### 4. Определение параметров взрыва паровоздушной смеси в помещении

4.1. Количество вещества А (в кг), которое должно испариться в помещении размерами  $a \times b \times h$  чтобы в нем создалась наиболее взрывоопасная паровоздушная смесь, находят из условия образования в помещении паровоздушной смеси стехиометрического состава. Для этого из уравнения материального баланса горения находят стехиометрическую концентрацию вещества А.



Стехиометрическая смесь содержит 1 моль 1,2,3,4-тетраметилбензола, 13,5 моль кислорода и 13,5·3,76 моль азота. Концентрация горючего в такой смеси

$$\varphi_{\text{стех}} = \frac{n_{C_{10}H_{14}} \cdot 100}{n_{C_{10}H_{14}} + n_{O_2} + n_{N_2}} \quad (30)$$
$$\varphi_{\text{стех}} = \frac{1 \cdot 100}{1 + 13,5 + 13,5 \cdot 3,76} = 1,53\%$$

По рассчитанной концентрации вещества и известному объему помещения находим объем паров вещества А.

$$V_{\text{пар}}^{\text{в-ва}} = \frac{V_{\text{пом}} \cdot \varphi_{\text{стех}}}{100} \quad (31)$$
$$V_{\text{пар}}^{\text{в-ва}} = \frac{10 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 1,53}{100} = 3,06 \text{ м}^3$$

Зная объем паров, рассчитывает их массу, воспользовавшись понятием киломоля вещества.

1 моль вещества — количество вещества в граммах, масса которого численно равна молекулярной массе.

В связи с тем, что масса 1 моля вещества численно равна его молекулярной массе, то в 1 моле любого вещества содержится

одинаковое количество молекул. Оно составляет  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  молекул/моль (число Авогадро). Поэтому в газообразном состоянии 1 моль любого вещества при нормальных условиях занимает один и тот же объем, равный 22,4 л. Таким образом, объем 1 моля любого газа при  $T_0 = 273 \text{ К}$  и  $P_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$  составляет 22,4 л/моль или  $22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль}$ . Объем 1 киломоля в тысячу раз больше и равен  $22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль}$ .

Объем 1 моля газа можно определить из уравнения состояния (Клапейрона - Менделеева)

$$PV = \frac{m}{M}RT \quad (32)$$

где  $m$  - масса вещества,  $M$  - масса одного моля вещества,  $\frac{m}{M}$  - число молей вещества,  $R$  - универсальная газовая постоянная ( $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ ).

Для 1 моля вещества ( $m/M = 1$ ) объем газа при нормальных условиях составит

$$V_\mu = \frac{RT_0}{P_0} = \frac{8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 273 \text{ К}}{0,013 \cdot 10^5} = 22,4 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{моль}$$

Где  $\text{Дж} = \text{Н} \cdot \text{м}$ ,  $\text{Па} = \text{Н}/\text{м}^2$

$$V_{\text{паров}} = V_\mu \frac{m}{M} \quad (33)$$

$$MV_{\text{паров}} = V_\mu \cdot m \quad (34)$$

$$m = \frac{M \cdot V_{\text{паров}}}{V_\mu} \quad (35)$$

$$m = \frac{134,24 \cdot 3,06}{22,4} = 18,34 \text{ кг}$$

4.2. Тротиловый эквивалент взрыва (Мтнт) парогазовой смеси в помещении рассчитывают, принимая, что теплота взрыва приблизительно равна низшей теплоте сгорания вещества, а доля

потенциальной энергии перешедшей в кинетическую энергию взрыва ( $\gamma$ ) при взрыве паровоздушной смеси в помещении равна 1.

$$M_{\text{ТНТ}} = \frac{Q_{\text{взр}} \cdot m \cdot \gamma}{Q_{\text{ТНТ}}} \quad (36)$$

$$M_{\text{ТНТ}} = \frac{41,88 \cdot 10^3 \cdot 18,34 \cdot 1}{4,19 \cdot 10^3} = 183,3 \text{ кг тротила}$$

4.3. Размер безопасной зоны ( $R_{\text{без}}$ ) по действию давления воздушной ударной волны находят по формуле

$$R_{\text{без}} = 15 \cdot \sqrt[3]{M_{\text{ТНТ}}} \quad (37)$$

$$R_{\text{без}} = 15 \cdot \sqrt[3]{183,3} = 85,215 \text{ м}$$

4.4. Для определения количества диоксида углерода ( $M_{\text{CO}_2}$  в кг), необходимого для предотвращения взрыва в помещении, находят его минимальную флегматизирующую концентрацию, а затем его объем и массу.

Для расчета минимальной флегматизирующей концентрации (МФК) диоксида углерода в паровоздушной смеси используют уравнение теплового баланса и понятие предельной адиабатической температуры горения.

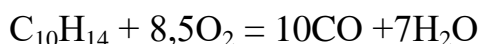
МФК найдем из условия предельной адиабатической температуры горения стехиометрической метановоздушной смеси, где  $T_r = 1500 \text{ К}$ :

$$V_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{н}} - (T_r - T_0) \cdot \sum c_{\text{pi}} \cdot V_{\text{ниi}}}{(T_r - T_0) \cdot c_{\text{рф}}}, \quad (38)$$

где  $c_{\text{рф}}$  - среднее значение теплоемкости флегматизатора при постоянном давлении для температурного интервала 273-1500 К.

Поскольку при этих условиях сгорание идет в основном с образованием  $\text{CO}$ , определим низшую теплоту сгорания 1,2,3,4-тетраметилбензола для такого случая.

Запишем химическое уравнение горения



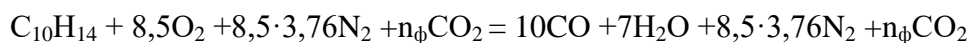
Низшая теплота сгорания метана в этом случае по закону Гесса

$$Q_H = \Delta H_{fCO}^0 \cdot n_{CO} + \Delta H_{fH_2O}^0 \cdot n_{H_2O} - \Delta H_{fC_{10}H_{14}}^0 \cdot n_{C_{10}H_{14}} \quad (39)$$

Подставляя значения теплот образования, взятых из табл. II приложения, получим

$$Q_H = 112,7 \cdot 10 + 242,2 \cdot 7 - 41,9 \cdot 1 = 2780,5 \text{ кДж/моль}$$

Теперь составим уравнение материального баланса процесса горения метана, включив в него и флегматизатор  $CO_2$



где  $n_{\phi}$  - число молей флегматизатора.

Уравнение для данного случая примет вид:

$$V_{\phi} = \frac{Q_H - (T_r - T_0) \cdot [c_{pCO} \cdot V_{CO} + c_{pH_2O} \cdot V_{H_2O} + c_{pN_2} \cdot V_{N_2}^0]}{(T_r - T_0) \cdot c_{pCO_2}} \quad (40)$$

Из правой части уравнения материального баланса видно, что объем продуктов горения

$$V_{CO} = 10 \text{ моль/моль}$$

$$V_{H_2O} = 7 \text{ моль/моль}$$

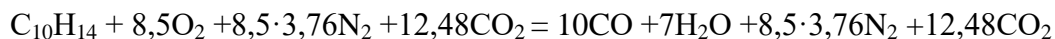
$$V_{N_2}^0 = 31,96 \text{ моль/моль}$$

Подставляя значения  $Q_H$ ,  $T_r = 1500 \text{ К}$ ,  $c_{p_{\text{пр}}}$ ; получим, что объем флегматизатора, соответствующий МФК

$$V_{\phi} = \frac{2780,5 - (1500 - 273) \cdot [3,37 \cdot 10^{-2} \cdot 10 + 3,98 \cdot 10^{-2} \cdot 7 + 3,18 \cdot 10^{-2} \cdot 31,96]}{(1500 - 273) \cdot 5,08 \cdot 10^{-2}}$$

$$= 12,48 \text{ моль/моль}$$

Перепишем уравнение материального баланса для сгорания смеси предельного состава



В исходной горючей смеси (левая часть уравнения) на 1 моль 1,2,3,4-тетраметилбензола приходится  $n_{O_2} = 8,5$  моль кислорода,  $n_{N_2} = 8,5 \cdot 3,76$  моль азота и  $n_{\phi(CO_2)} = 12,48$  моль флегматизатора.

Минимальная флегматизирующая концентрация диоксида углерода будет равна

$$\varphi_{\text{мфк}} = \frac{n_{\phi} \cdot 100}{n_{\Gamma} + n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2} + n_{\phi}} \quad (41)$$

$$\varphi_{\text{мфк}} = \frac{12,48 \cdot 100}{1 + 8,5 + 31,96 + 12,48} = 23,14\%$$

По рассчитанной концентрации вещества и известному объему помещения находим объем диоксида углерода.

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{V_{\text{пом}} \cdot \varphi_{\text{мфк}}}{100} \quad (42)$$

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{10 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 23,14}{100} = 46,28 \text{ м}^3$$

Зная объем, рассчитывает массу CO<sub>2</sub>

$$m = \frac{M \cdot V_{\text{CO}_2}}{V_{\mu}} \quad (43)$$

$$m = \frac{44,01 \cdot 46,28}{22,4} = 90,93 \text{ кг}$$

4.5. Результаты расчетов, выполненных по пунктам 3.1-3.4, оформляем в виде таблицы

Параметры взрыва паровоздушной смеси вещества в помещении объем V

Расчетные параметры	Наибольшая взрывоопасная концентрация вещества А в паровоздушной смеси, $\varphi_{\text{стех}}$ %(об.)	Количество вещества, создающее наиболее взрывоопасную паровоздушную смесь в помещении m, кг	Тротильный эквивалент взрыва, $M_{\text{ТНТ}}$	Безопасное расстояние по действию воздушной ударной волны $R_{\text{без,М}}$	Количество необходимого CO <sub>2</sub> для предотвращения взрыва $M_{\text{CO}_2}$ , кг
Численные значения параметров	1,53	18,34	183,3	85,215	90,93



## Библиографический список

1. Бегишев И.Р. Курсовая работа по дисциплине «Теория горения и взрыва» (методические указания по выполнению курсовой работы для слушателей ИЗДО): Учебно-методическое пособие.- М.: Академия ГПС МЧС России, 2010.-60с.

2. Андросов А.С., Бегишев И.Р., Салеев Е.П. Теория горения и взрыва: Учебное пособие. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. - 240 с.

3. Андросов А.С., Салеев Е.П. Примеры и задачи по курсу «Теория горения и взрыва»: Учебное пособие. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. - 80 с.

4. Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н и др. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения.Справочн. Изд. В 2-х книгах, 1990. - М.: Химия. - 384 с.

5. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в 2-х частях. - М.: Асс. «Пожнаука»,2000. - 709 с.

6. Кукин П.П., Емельянов С.Г., Теория горения и взрыва.: Учебное пособие для бакалавров.- М.: Издательство Юрайт, 2013.- 435с.

7. ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА: учебное пособие к практическим работам по дисциплине «Теория горения и взрыва» для студентов направления бакалавриата 20.03.01 – «Техносферная безопасность» / В. Я. Потапов, П. М. Анохин, В. В. Потапов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 64 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица I

Атомные массы некоторых элементов

Название	Химический знак	Порядковый номер	Атомная масса
Азот	N	7	14,00
Водород	H	1	1,01
Кислород	O	8	16,00
Сера	S	16	32,06
Углерод	C	6	12,01

Таблица II

Основные физические константы некоторых газов

Название или химическая формула	M, кг/кмоль	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	T <sub>пл</sub> , К	T <sub>кип</sub> , К	$\Delta H_f^0$ , кДж/моль
Воздух	28,98	1,293	60	81	0
CO	28,01	1,250	68	81	112,7
CO <sub>2</sub>	44,01	1,977	216,4	194,5	396,9
CH <sub>4</sub>	16,04	0,717	90,5	112,4	75
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30,06	1,357	90,5	184,4	88,4
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44,10	2,019	85,6	230,9	109,4
H <sub>2</sub>	2,02	0,090	13,8	20,3	0
H <sub>2</sub> O(пар)	18,02	0,768	273	373,0	242,2
N <sub>2</sub>	28,01	1,251	63	77,2	0
O <sub>2</sub>	32,00	1,429	54,6	90,1	0

*Примечание.* M - молекулярная масса газа;  $\rho$  - плотность при нормальных условиях; T<sub>пл</sub> и T<sub>кип</sub> - температуры плавления и кипения при давлении 101,325 кПа;  $\Delta H_f^0$  - теплота образования.

Таблица III

Теплота образования веществ, температура кипения и значения коэффициентов A, B, C в уравнении Антуана  $\lg P = A - \frac{B}{C+t}$ , где P в кПа, а t в °C

№	Вещество	Теплота образования $\Delta H_f$ кДж/моль	Температура кипения, °C	Коэффициенты уравнения Антуана		
				A	B	C
1	амилбензол	34,4	202,0	6,68328	2069,486	210,431
2	трет-амиловый спирт	330,0	102,3	6,44711	1252,216	180,301
3	трет-бутилбензол	22,68	168,0	6,68934	1911,894	239,664

4	2,2-диметилбутан	177,8	49,7	5,93476	1127,187	228,9
5	2,4-диметилгексан	219,4	109,4	5,97799	1287,876	214,79
6	3,3- диметилгептан	241,6	137,0	6,21073	1509,585	221,989
7	2,6-диметил-4-гептанол	412,1	176,5	5,66299	1144,81	135,0
8	4,5-диметилоктан	253,4	162,1	6,31873	1645,436	219,378
9	2,2-диметилпентан	206,1	79,2	5,93972	1190,033	223,303
10	2,4-диметил-3-пентанол	370,5	138,7	5,61923	1029,6	146,1
11	2,4-диметил-3-этилпентан	235,0	136,7	6,16233	1490,02	221,908
12	1,4-диэтилбензол	22,2	183,8	6,41434	1820,632	230,413
13	3, 5-диэтилтолуол	56,0	201 ,0	6,50299	1926,654	229,367
14	втор-изоамиловый спирт	314,2	112,0	6,9421	1090,9	157,2
15	изобутиловый спирт	283,2	107,8	7,83005	2058,392	245,642
16	изогексиловый спирт	325,7	151,6	7,05114	1273,35	153,56
17	4-изопропилгептан	251,1	158,0	6,31693	1628,498	219,75
18	п-ксилол	24,4	138,3	6,25485	1537,082	223,608
19	2-метил- 1-бутанол	305,8	128,0	6,29693	1258,332	109,165
20	3-метилгексан	194,9	92,0	5,99812	1236,026	219,545
21	2-метилгептан	215,5	117,6	6,0423	1337,468	213,693
22	4-метилоктан	233,3	142,4	6,27293	1553,088	221,45
23	3-метилпентан	171,6	63,3	5,97380	1152,368	227,129
24	4-метил-2-пентанол	344,2	133,0	7,59199	2174,869	257,78
25	3-метил-4-этилгексан	229,9	140,6	6,21413	1524,093	221,543
26	2-метил-3-этилпентан	211,2	115,6	5,98851	1318,120	215,306
27	4-метил-2-этилпентанол	385,0	177,3	5,70756	1134,599	129,195
28	пентаметилбензол	73,5	232,0	6,68333	2069,486	210,431
29	пропилбензол	7,9	159,0	6,29713	1627,827	220,499
30	1,2,3,4-тетраметилбензол	41,9	204,5	6,24188	1693,156	195,234

Таблица IV

Энтальпия (теплосодержание) газов при постоянном давлении

Температура, T, °C	H, КДж/моль					
	O	N	Воздух	CO	H <sub>2</sub>	SO
0	0	0	0	0	0	0
100	3,0	2,9	2,9	3,8	3,3	4,1
200	6,0	5,8	5,8	8,0	6,8	8,5
300	9,1	8,8	8,9	12,5	10,4	13,2
400	12,4	11,8	11,9	17,3	14,0	18,2
500	15,7	14,9	15,1	22,3	17,8	23,3
600	19,1	18,1	18,3	27,5	21,7	28,5
700	22,5	21,3	21,5	32,8	25,8	33,9
800	26,0	24,6	24,8	38,2	29,9	39,3

900	29,6	28,0	28,2	43,8	34,2	44,8
1000	33,1	31,3	31,6	49,4	38,6	50,3
1100	36,8	34,8	35,1	55,1	43,2	55,9
1200	40,4	38,2	38,6	60,9	47,8	61,5
1300	44,0	41,7	42,1	66,8	52,6	67,2
1400	47,7	45,3	45,6	72,7	57,4	72,3
1500	51,5	48,8	49,2	78,6	62,3	78,4
1600	55,2	52,4	52,8	84,6	67,3	84,1
1700	59,0	55,9	56,4	90,5	72,4	89,8
1800	62,8	59,5	60,0	96,6	77,6	95,6
1900	66,6	63,1	63,6	102,6	82,8	101,2
2000	70,4	66,8	67,3	108,6	88,1	107,1
2100	74,2	70,4	71,0	114,7	93,4	112,7
2200	78,1	74,1	74,7	120,8	98,8	118,5
2300	82,0	77,8	78,4	126,9	104,2	124,2
2400	85,9	81,5	82,1	133,0	109,6	130,0
2500	89,9	85,1	85,9	139,1	115,1	135,8
2600	94,0	89,0	89,3	145,3	119,4	141,5
2700	97,9	92,6	93,1	151,5	124,8	147,3
2800	101,8	96,4	96,8	157,6	130,3	153,0
2900	105,1	100,5	100,5	163,8	135,8	158,8
3000	110,1	103,8	104,2	169,9	141,2	164,7

Таблица V



Внутренняя энергия газов

Температура, $T, ^\circ\text{C}$	$U, \text{кДж/моль}$						Температура, $T, ^\circ\text{C}$
	$\text{O}_2$	$\text{N}_2$	Воздух	$\text{CO}_2$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{SO}_2$	
0	0	0	0	0	0	0	0
100	2,2	2,1	2,1	2,9	2,5	3,3	100
200	4,1	4,1	4,1	6,3	5,1	6,8	200
300	6,6	6,3	6,4	10,0	7	10,7	300
400	9,1	8,5	8,6	14,6	10,7	14,9	400
500	11,5	10,7	10,9	18,1	13,6	19,1	500
600	14,1	13,1	13,3	22,5	16,7	23,5	600
700	16,7	15,5	15,7	27,0	20	28,1	700
800	19,4	18	18,1	31,6	23,3	32,7	800
900	22,1	20,5	20,7	36,3	27,7	37,3	900
1000	24,8	23	23,3	41,1	30,3	42	1000
1100	27,7	25,7	26,0	46,0	34,1	46,8	1100
1200	30,4	28,2	28,6	50,9	37,8	51,5	1200
1300	33,2	30,9	31,3	56	41,8	56,4	1300
1400	35,1	33,7	34,0	61,1	45,8	61,2	1400
1500	39,0	36,3	36,7	66,1	49,8	65,9	1500
1600	41,9	39,1	39,5	71,3	54,0	70,8	1600
1700	44,9	41,8	42,3	76,4	58,3	75,7	1700
1800	47,8	44,5	45,0	81,6	62,6	80,6	1800
1900	50,8	47,3	47,8	86,8	67,0	85,4	190

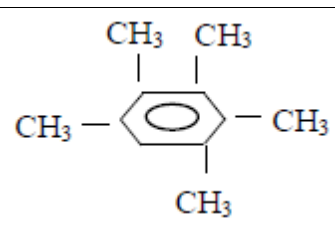
2000	53,8	50,2	50,7	92,0	71,5	90,5	2000
2100	56,7	52,9	53,5	97,2	75,9	95,2	2100
2200	59,8	55,8	56,4	102,5	80,5	100,2	2200
2300	62,9	58,7	59,3	107,8	85,1	105,1	2300
2400	65,9	61,6	62,2	113,0	89,7	110,0	2400
2500	69,1	64,3	65,1	118,3	94,3	115	2500
2600	72,4	67,4	67,7	123,7	97,8	120,0	260
2700	75,5	70,2	70,7	128,9	102,4	124,9	2700
2800	78,5	73,1	73,5	134,2	107,0	130,0	2800
2900	81,0	76,4	76,9	139,7	111,7	134,7	2900
3000	85,2	78,9	79,3	145,0	116,3	139,8	3000

Таблица VI

Химические и структурные формулы веществ

№ п/ п	Вещество	Хим. формула	Структурная формула
1	амилбензол	C <sub>11</sub> H <sub>16</sub>	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> — 
2	трет-амиловый спирт (2-метил-2-бутанол)	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
3	трет-бутилбензол (2-метил-2-фенилпропан)	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
4	2,2-диметилбутан	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
5	2,4-диметилгексан	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \qquad \qquad   \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$
6	3,3-диметилгептан	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
7	2,6-диметил-4-гептанол	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub> O	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$

8	4,5-диметилпентан	$C_{10}H_{22}$	$  \begin{array}{ccccccc}  & & CH_3 & & & & \\  & &   & & & & \\  CH_2 & - & CH_2 & - & CH & - & CH & - & CH_2 & - & CH_2 \\    & & & &   & &   & & & &   \\  CH_3 & & & & CH_3 & & CH_3 & & & & CH_3  \end{array}  $
9	2,2-диметилпентан	$C_7H_{16}$	$  \begin{array}{ccccccc}  & & CH_3 & & & & \\  & &   & & & & \\  CH_3 & - & C & - & CH_2 & - & CH_2 & - & CH_3 \\  & &   & & & & \\  & & CH_3 & & & &  \end{array}  $
10	2,4-диметил-3-пентанол	$C_7H_{16}O$	$  \begin{array}{ccccccc}  & & OH & & & & \\  & &   & & & & \\  CH_3 & - & CH & - & CH & - & CH & - & CH_3 \\    & &   & &   & &   & & \\  CH_3 & & & & CH_3 & & & &  \end{array}  $
11	2,4-диметил-3-этилпентан	$C_9H_{20}$	$  \begin{array}{ccccccc}  CH_3 & - & CH & - & CH & - & CH & - & CH_3 \\    & &   & &   & &   & & \\  CH_3 & & CH_2 & & CH_3 & & & & \\  & &   & & & & & & \\  & & CH_3 & & & & & &  \end{array}  $
12	1,4-диэтилбензол	$C_{10}H_{14}$	$  CH_3 - CH_2 - \text{C}_6\text{H}_4 - CH_2 - CH_3  $
13	3,5-диэтилтолуол	$C_{11}H_{16}$	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\  / \\  \text{CH}_3 - \text{C}_6\text{H}_3 \\  \backslash \\  \text{CH}_2 - \text{CH}_3  \end{array}  $
14	втор-изоамиловый спирт (3-метил-2-бутанол)	$C_5H_{12}O$	$  \begin{array}{ccccccc}  & & OH & & CH_3 & & \\  & &   & &   & & \\  CH_3 & - & CH & - & CH & - & CH_3  \end{array}  $
15	изобутиловый спирт (2-метил-1-пропанол)	$C_4H_{10}O$	$  \begin{array}{ccccccc}  & & CH_3 & & & & \\  & &   & & & & \\  OH & - & CH_2 & - & CH & - & CH_3  \end{array}  $
16	изогексиловый спирт (4-метил-1-пентанол)	$C_6H_{14}O$	$  \begin{array}{ccccccc}  & & & & CH_3 & & \\  & & & &   & & \\  OH & - & CH_2 & - & CH_2 & - & CH_2 & - & CH & - & CH_3  \end{array}  $
17	4-изопропилгептан	$C_{10}H_{22}$	$  \begin{array}{ccccccc}  & & CH_3 - CH - CH_3 & & & & \\  & &   & & & & \\  CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH & - & CH_2 & - & CH_2 & - & CH_2 & - & CH_3  \end{array}  $
18	п-ксилол (1,4-диметилбензол)	$C_8H_{10}$	$  CH_3 - \text{C}_6\text{H}_4 - CH_3  $
19	2-метил-1-бутанол	$C_5H_{12}O$	$  \begin{array}{ccccccc}  & & CH_3 & & & & \\  & &   & & & & \\  OH & - & CH_2 & - & CH & - & CH_2 & - & CH_3  \end{array}  $

20	3-метилгексан (изогептан)	$C_7H_{16}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$
21	2-метилгептан (изооктан)	$C_8H_{18}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$
22	4-метилоктан	$C_9H_{20}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$
23	3-метилпентан (2-этилбутан)	$C_6H_{14}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$
24	4-метил-2-пентанол (метиламиловый спирт)	$C_6H_{14}O$	$\begin{array}{c} \text{OH} \qquad \qquad \text{CH}_3 \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$
25	3-метил-4-этилгексан	$C_9H_{20}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad   \\ \qquad \qquad \qquad \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$
26	2-метил-3-этилпентан	$C_8H_{18}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad   \\ \qquad \qquad \qquad \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$
27	4-метил-2-этилпентанол (2-этилизогексанол)	$C_8H_{18}O$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad   \\ \qquad \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$
28	пентаметилбензол	$C_{11}H_{16}$	
29	пропилбензол (фенилпропан)	$C_9H_{12}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_5$

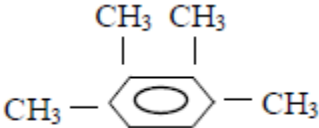
30	1,2,3,4-тетраметилбензол	$C_{10}H_{14}$	 <chem>Cc1c(C)c(C)c(C)c1</chem>
----	--------------------------	----------------	--



Таблица VII

Температура самовоспламенения некоторых предельных углеводородов в зависимости от средней длины углеродной цепи

$l_{\text{cp}}$	$T_{\text{св}}, \text{K}$	$l_{\text{cp}}$	$T_{\text{св}}, \text{K}$	$l_{\text{cp}}$	$T_{\text{св}}, \text{K}$	$l_{\text{cp}}$	$T_{\text{св}}, \text{K}$
3,0	743	6,0	507	9,0	482	12,0	477
3,1	738	6,1	505	9,1	481	12,1	477
3,2	733	6,2	504	9,2	481	12,2	477
3,3	728	6,3	503	9,3	481	12,3	477
3,4	723	6,4	502	9,4	480	12,4	477
3,5	717	6,5	501	9,5	480	12,5	477
3,6	712	6,6	500	9,6	480	12,6	477
3,7	706	6,7	499	9,7	480	12,7	477
3,8	699	6,8	498	9,8	479	12,8	477
3,9	693	6,9	497	9,9	479	12,9	477
4,0	686	7,0	496	10,0	479	13,0	477
4,1	680	7,1	495	10,1	479	13,1	477
4,2	673	7,2	494	10,2	479	13,2	477
4,3	665	7,3	494	10,3	479	13,3	477
4,4	654	7,4	493	10,4	478	13,4	477
4,5	643	7,5	492	10,5	478	13,5	476
4,6	631	7,6	491	10,6	478	13,6	476
4,7	617	7,7	490	10,7	478	13,7	476
4,8	601	7,8	489	10,8	478	13,8	476
4,9	581	7,9	489	10,9	478	13,9	476
5,0	560	8,0	488	11,0	478	14,0	476
5,1	547	8,1	487	11,1	478	14,1	476
5,2	535	8,2	486	11,2	478	14,2	476
5,3	528	8,3	486	11,3	478	14,3	476
5,4	522	8,4	485	11,4	478	14,4	476
5,5	517	8,5	484	11,5	478	14,5	476
5,6	513	8,6	484	11,6	477	14,6	476
5,7	511	8,7	483	11,7	477	14,7	476
5,8	509	8,8	483	11,8	477	14,8	476
5,9	508	8,9	482	11,9	477	14,9	476
–	–	–	–	–	–	15,0	475

Таблица VIII

Температура самовоспламенения некоторых предельных  
одноатомных спиртов в зависимости от средней длины углеродной  
цепи

$l_{\text{cp}}$	$T_{\text{CB}}, \text{K}$	$l_{\text{cp}}$	$T_{\text{CB}}, \text{K}$	$l_{\text{cp}}$	$T_{\text{CB}}, \text{K}$	$l_{\text{cp}}$	$T_{\text{CB}}, \text{K}$
2,0	737	4,4	610	6,8	545	9,2	518
2,1	736	4,5	606	6,9	543	9,3	517
2,2	734	4,6	602	7,0	542	9,4	516
2,3	732	4,7	599	7,1	540	9,5	516
2,4	730	4,8	595	7,2	539	9,6	515
2,5	728	4,9	592	7,3	537	9,7	514
2,6	725	5,0	588	7,4	536	9,8	513
2,7	721	5,1	585	7,5	535	9,9	513
2,8	716	5,2	582	7,6	534	10,0	512
2,9	711	5,3	579	7,7	533	10,5	509
3,0	706	5,4	577	7,8	531	11,0	507
3,1	696	5,5	574	7,9	530	11,5	506
3,2	693	5,6	572	8,0	529	12,0	505
3,3	636	5,7	569	8,1	528	12,5	505
3,4	678	5,8	567	8,2	527	13,0	504
3,5	669	5,9	564	8,3	526	13,5	504
3,6	658	6,0	562	8,4	525	14,0	503
3,7	649	6,1	560	8,5	524	14,5	503
3,8	642	6,2	557	8,6	523	15,0	502
3,9	634	6,3	555	8,7	522	15,5	502
4,0	628	6,4	553	8,8	521	16,0	501
4,1	623	6,5	551	8,9	520	16,5	501
4,2	619	6,6	549	9,0	519	17,0	500
4,3	614	6,7	547	9,1	519	17,5	500

Таблица IX

Температура самовоспламенения некоторых ароматических углеводородов в зависимости от средней длины углеродной цепи

$l_{cp}$	$T_c, K$	$l_{cp}$	$T_c, K$	$l_{cp}$	$T_c, K$
-2	843	-	-	-	-
-1,9	842	0,1	810	2,1	702
-1,8	841	0,2	794	2,2	701
-1,7	840	0,3	774	2,3	701
-1,6	840	0,4	753	2,4	700
-1,5	839	0,5	733	2,5	700
-1,4	838	0,6	723	2,6	699
-1,3	837	0,7	718	2,7	699
-1,2	837	0,8	715	2,8	698
-1,1	836	0,9	713	2,9	698
-1	835	1	712	3	697
-0,9	835	1,1	711	3,1	697
-0,8	834	1,2	710	3,2	697
-0,7	833	1,3	709	3,3	697
-0,6	832	1,4	708	3,4	696
-0,5	831	1,5	707	3,5	696
-0,4	830	1,6	706	3,6	696
-0,3	829	1,7	705	3,7	696
-0,2	827	1,8	704	3,8	696
-0,1	824	1,9	703	3,9	696
0	819	2	703	4	695

Таблица X

## Показатели пожарной опасности некоторых газов

Название вещества	T <sub>св</sub> , К	КПР, об. %	U <sub>н</sub> , м/с	МВСК при разбавлении CO <sub>2</sub>	E <sub>min</sub> , мДж	Огнетушащая концентрация, об. %		T <sub>г</sub> , К	Стехиометрическая концентрация горючего	Q <sub>н</sub> , кДж/моль
							N <sub>2</sub>			
Аммиак	923	15-28	0,23	16,2	680	-	-	1777	21,9	317,2
Ацетилен	608	2-81	1,35	9	-	57	70	2307	7,7	1260
Оксид углерода	883	12,5-74,2	0,42	9,8	-	53	69	2000	28,5	283,9
Водород	783	4-74,2	2,67	7,9	0,017	62	76	2072	29,5	242,2
Метан	810	5-15	0,37	15,6	0,26	26	39	1927	9,5	806
Этан	745	3,22-12,45	0,40	13,8	0,24	34	46	1922	5,64	1431
Пропан	739	2,37-9,5	0,38	14,3	0,25	32	45	1987	4,02	2049
Бутан	678	1,86-8,41	0,37	14,9	0,25	29	41	2010	3,12	2665
Этилен	813	3,75-29,6	0,63	12,1	0,12	42	52	2067	6,5	1326
Сероводород	519	4,3-45,5	-	8	-	62	-	-	12,24	-
Коксовый газ	913	5,6-30,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Природный газ (Саратовский)	823-1023	5,1-12,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Доменный газ	-	6,5-73,9	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. Состав газовых смесей: коксовый газ CO - 6,8 %, CO<sub>2</sub> - 2,8 %, N<sub>2</sub> - 7,8 %, H<sub>2</sub> - 58 %, CH<sub>4</sub> - 22,5 %; природный газ CO - 3,3 %, CH<sub>4</sub> - 94 %, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> - 2,5 %; доменный газ CO - 28 %, CO<sub>2</sub> - 10,5 %, N<sub>2</sub> - 58,5 %, H<sub>2</sub> - 2,7 %, CH<sub>4</sub> - 0,3 %.

Таблица XI

## Показатели пожарной опасности некоторых горючих жидкостей

Название вещества	T <sub>всп.</sub> , К*	T <sub>всп.</sub> , К*	ТПР, К	T <sub>св.</sub> , К	КПР, об. %	T <sub>г.</sub> , К	Q <sub>г</sub> , кДж/моль	E <sub>min</sub> , мДж	V <sub>выг.</sub> , см/ч	МВСК (при CO <sub>2</sub> )
Ацетон	255	268	253—278	738	2,2—13	2160	1668		20	14,9
Бензол	262	—	259—286	807	1,4—7,1	2375	3141	0,22	30	14,4
Гексан	250	—	247—277	507	1,24—7,5	2238	3864	0,25	—	14,6
Глицерин 98 %	411	476	455—480	668	2,6—11,3	—	1483	—	—	—
Пентан	229	239	225—250	560	1,4—7,8	2007	—	0,22	—	14,8
Метанол	281	286	280—312	737	6—34,7	—	642	—	—	13,4
Этанол	286	—	284—314	677	3,6—19	—	1242	—	12—15	14,9
Пропанол-1	296	302	—	644	2,1—13,5	—	1852	—	—	—
Бутанол-1	307	314	307—341	618	1,7—12	—	2456	—	—	—
Амиловый спирт	300- 316	—	321—353	573	1,2—(10)	—	3077	—	—	—
Толуол	277	—	273—303	763	1,3—6,7	2344	3741	—	20	—
Диэтиловый эфир	232	—	228—286	437	1,7—49	—	2514	0,2	—	13
Уксусноэтиловый эфир	275	—	274—304	673	3,5—16,8	—	2075	—	—	—
Этиленгликоль	393	—	385—397	663	3,8—6,4	—	1064	—	—	—
Бензин А-76	239	—	239—269	573	0,79—5,16	2375	46928***	—	—	—
Керосин тракторный	300	—	300—342	533	1,4—7,5	—	41481^16090***	—	—	—
Трансформаторное масло	—	—	395—396	573	—	—	—	—	—	—
Вазелиновое масло	420	—	397—463	563	—	—	—	—	—	—
Масло подсолнечное	502	—	477—502	643	—	—	—	—	—	—
Нефть (Туймазинская)	252	—	252—298	593	—	—	—	—	—	—
Скипидар	307	—	305—326	573	0,8	—	—	—	—	—

Примечание: \* — в закрытом тигле; \*\* — в открытом тигле \*\*\* — в кДж/кг.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»

**Нарышкин Ю.В.**

## **ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СЛУЖБА РОССИИ**

**Конспект лекций**

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Екатеринбург  
2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕМА 1. Основы создания и функционирования единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций - реализация политики государства в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера .....	3
ТЕМА 2. Организационная структура, основные задачи и перспективы развития МЧС России .....	19
ТЕМА 3. Территориальные органы МЧС России .....	34
ТЕМА № 4. История создания, становления и перспективы развития гражданской обороны в российской федерации .....	46
ТЕМА № 5. Единая система мониторинга и прогнозирования .....	69
ТЕМА № 6. Авиация и государственная инспекция по маломерным судам в структуре МЧС России .....	76
ТЕМА № 7. Законодательные и иные нормативные правовые акты в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера .....	85
ТЕМА 8. Основные направления международного сотрудничества МЧС России .....	95

## **ТЕМА 1. Основы создания и функционирования единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций - реализация политики государства в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера**

В ходе проведения занятия сегодня будут рассмотрены следующие вопросы:

1. Требования нормативно-правовой базы в области защиты от ЧС.
2. Организационные основы создания и функционирования Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. **(РС ЧС)**
3. МЧС России федеральный орган исполнительной власти Российской Федерации, уполномоченный в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

### **Целью данной лекции является следующее:**

Ознакомить Вас с Единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций – как основой государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Показать роль и место МЧС России, как федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

Одной из важнейшей задачей государства и общества является: создание гарантий безопасного проживания и деятельности конкретного гражданина на всей территории страны.

В Российской Федерации об этом свидетельствуют основные положения **Конституции Российской Федерации**, в которых она закрепила:

≡ во-первых, права гражданина на охрану здоровья, на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии, на возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу;

≡ во-вторых, обязанность государства осуществлять защиту населения и материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при ведении военных конфликтов или вследствие этих конфликтов, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Во всех экономически развитых государствах мира пришли к выводу, что для решения данной проблемы и успешной борьбы с опасными природными явлениями, техногенными и экологическими катастрофами нужна целенаправленная государственная политика.

В нашей стране до 1991 года задачи проведения мероприятий по защите территорий и гражданского населения от чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий были возложены на систему гражданской обороны, а также были разбросаны по отдельным направлениям деятельности других министерств и ведомств. При этом, единого органа управления, уполномоченного в области обеспечения безопасности от чрезвычайных ситуаций создано не было.

Катастрофа на Чернобыльской АЭС в 1986 г. и особенно землетрясение в Армении в 1988 г. показали необходимость создания наряду с системой гражданской обороны, специализированного государственного органа, осуществляющего прогнозирование, предупреждение, локализацию и ликвидацию чрезвычайных ситуаций различного характера.



Причинами возникновения отдельного органа государственной власти, уполномоченного в области обеспечения безопасности от ЧС является то, что в результате социально-экономического развития нашей страны в 20 веке, а также произошедших изменениях в экономике страны после 1991 года, произошедшей интеграции Российской Федерации в мировое сообщество обусловили и появление так называемых глобальных проблем.

Фактически это выразилось в том, что научно-технический прогресс не только способствовал повышению производительности и улучшению условий труда, росту материального состояния и интеллектуального потенциала общества, но и привел к **возрастанию риска аварий больших технических систем.**

Один из парадоксов исторического развития человеческого общества заключается в том, - что развитие хозяйственной деятельности человека создает источники угрозы, как для самого человечества, так для окружающей его природы.

**В конце 20 века** достаточно быстро стали возникать проблемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Это было обусловлено значительным ростом в последние десятилетия количества и масштабов возникающих чрезвычайных ситуаций, по своим последствиям сопоставимых, в ряде случаев, с последствиями военно-политических конфликтов. Для их ликвидации требовалось сосредоточение усилий всего государства, а в некоторых случаях помощь со стороны мирового сообщества.

Многие потенциально опасные объекты имели выработку проектного ресурса на 60 – 70 %. Это относится, в первую очередь, к объектам энергетики, химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и газовой промышленности, черной и цветной металлургии.

О значительных масштабах чрезвычайных ситуаций, являющихся следствием природных и техногенных катастроф, могут свидетельствовать следующие факты:

В крупнейших землетрясениях XX века: Ашхабадском (Туркмения), Тангшенском (Китай) и Спитакском (Армения-1988г) погибло соответственно **110, 243, и 25 тысяч** человек;

В результате аварии на Чернобыльской АЭС (1986г) радиоактивному загрязнению подверглись территории **19 субъектов** Российской Федерации, а также территории ряда европейских государств, на которых проживало более **30 млн.** человек;

Существовавшая в Советском Союзе система защиты населения - Гражданская оборона СССР, в основном предназначенная на решение задач военного времени, показала себя мало эффективной и не способной в прежней структуре решать задачи по ликвидации последствий **чрезвычайных ситуаций в мирное время.**

Именно Чернобыльская катастрофа подтвердила назревшую необходимость решения проблем защиты населения и территорий при чрезвычайных ситуациях на государственном уровне, а Спитакская трагедия (Армения, 1988 г.) ускорила принятие решения по данному вопросу.

В середине 1989 года Верховным Советом СССР было принято решение о создании постоянно действующей государственной Комиссии Совета Министров СССР по чрезвычайным ситуациям, а постановлением Совета Министров СССР **15 декабря 1990 г.** образована **Государственная общесоюзная система по предупреждению и действиям в чрезвычайных ситуациях**, которая включала в себя союзную, республиканские и отраслевые подсистемы министерств и ведомств, и просуществовала до распада СССР.

В этом-же году в целях прогнозирования, предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечения постоянной готовности органов государственного управления к быстрым и эффективным действиям в экстремальных условиях Постановлением Совета Министров РСФСР № 606 от 27 декабря 1990 г. создается **Российский корпус спасателей на правах Государственного комитета РСФСР.**

**30 июля 1991 г.** постановлением Президиума Верховного Совета РСФСР № 1617-1 Российский корпус спасателей был преобразован в *Государственный комитет РСФСР по чрезвычайным ситуациям*.

С 1992 г. согласно *Постановлению Правительства РФ № 261 от 18 апреля* начинает функционировать и *Российская система предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях. (РСЧС)*

В 1995 г. в соответствии с *Постановлением Правительства РФ № 1113 от 5 ноября* система РСЧС реформируется в *Единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. (РСЧС)*

Окончательный современный облик Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций был сформирован после выхода *Федерального закона от 21.12.1994 г. № 68 ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»* и принятия *Постановления Правительства РФ от 30 декабря 2003г. № 794 « О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций ».*

В Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, утвержденной *Указом Президента Российской Федерации от 13.05.2009 № 537*, подчеркивается, что *сохраняющаяся опасность возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, делают крайне актуальной проблему обеспечения защиты населения.*

Для устойчивого развития страны необходимо принятие мер по сокращению количества чрезвычайных ситуаций и причиняемого ими ущерба.

Для выполнения этих задач была проведена большая работа, результатом которой явилось создание и совершенствование Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

**Основной целью создания РСЧС** было - *объединение усилий федеральных органов исполнительной власти, органов представительной и исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, их сил и средств в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.*

Создание РСЧС осуществлялось с учетом следующих принципов, остановлюсь на 4-х из них:

– *защите от чрезвычайных ситуаций и их последствий должно подлежать все население Российской Федерации, а также иностранные граждане и лица без гражданства, находящиеся ее территории, сама территория, объекты экономики, материальные и культурные ценности Российской Федерации;*

– *организация и проведение мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций является обязательной функцией органов исполнительной власти всех уровней;*

– *реализация мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций должна осуществляться с учетом разделения предметов ведения, полномочий и ответственности между федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления;*

– *организационная структура системы должна соответствовать государственному устройству Российской Федерации и решаемым задачам.*

Создание целостной системы позволило развернуть разработку единой нормативно-правовой базы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Развитие этого направления нашло свое отражение в создании нормативной правовой базы Российской Федерации (федеральных законов, постановлений

правительства Российской Федерации, нормативных документов соответствующих федеральных органов исполнительной власти, нормативных документов органов государственной власти субъектов Российской Федерации) в области защиты от чрезвычайных ситуаций.

Впервые в отечественной истории данная деятельность была регламентирована законодательными актами государства.

Основными целями принятия нормативной правовой базы в области защиты от ЧС являются:

= разграничение полномочий в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций между федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями.

= предупреждение возникновения и развития чрезвычайных ситуаций;

= снижение размеров ущерба и потерь от чрезвычайных ситуаций;

= ликвидация чрезвычайных ситуаций;

Сформировалась разветвленная, достаточно эффективно функционирующая система управления, охватывающая всю инфраструктуру страны.

В результате целенаправленного регулирования были значительно укреплены силы системы, созданы эффективные профессиональные мобильные подразделения центрального и регионального подчинения.

Ведомственные и территориальные формирования аварийно-спасательного назначения вошли в группировки сил и средств и планомерно задействуются в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

На базе войск гражданской обороны в соответствии с требованиями *Федерального закона от 27 июля 2010 года № 223-ФЗ* были сформированы воинские аварийно-спасательные формирования - группировка сил, заблаговременно нацеленная на возможный фронт аварийно-спасательных работ в мирное и военное время.

Принципиально изменилось и усовершенствовалось финансовое и материально-техническое обеспечение системы. Внедрен механизм помощи территориям за счет чрезвычайного резервного фонда Правительства России.

На всех уровнях созданы резервы материальных ресурсов на случай чрезвычайных ситуаций.

Решился вопрос о распределении финансовой и материальной ответственности при чрезвычайных ситуациях между уровнями государственной власти, органами местного самоуправления.

Развернуто международное сотрудничество в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на многосторонней основе.

РСЧС высокими темпами интегрируется в мировое аварийно-спасательное сообщество, активность и успехи на международной арене снискали ей значительный авторитет.

Законодательство Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций строится на основе **Федерального закона от 21.12.1994 г. № 68 ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»**, принимаемых в соответствии с ним законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации.

Статьей 7 данного закона сформулированы основные принципы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций:

= мероприятия, направленные на предупреждение чрезвычайных ситуаций, а также на максимально возможное снижение размеров ущерба и потерь в случае их возникновения, проводятся заблаговременно;

= планирование и осуществление мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций проводятся с учетом экономических, природных и иных характеристик, особенностей территорий и степени реальной опасности возникновения чрезвычайных ситуаций;

= объем и содержание мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций определяются исходя из принципа необходимой достаточности и максимально возможного использования имеющихся сил и средств, включая силы и средства гражданской обороны;

= ликвидация чрезвычайных ситуаций осуществляется силами и средствами организаций, органов местного самоуправления, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, на территориях которых сложилась чрезвычайная ситуация.

При недостаточности вышеуказанных сил и средств в установленном законодательством Российской Федерации порядке привлекаются силы и средства федеральных органов исполнительной власти;

Силы и средства гражданской обороны привлекаются к организации и проведению мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций федерального и регионального характера в порядке, установленном федеральным законом.

**Основными задачами Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций являются:**

= разработка и реализация правовых и экономических норм по обеспечению защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

= осуществление целевых и научно-технических программ, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций и

= повышение устойчивости функционирования организаций, а также объектов социального назначения в чрезвычайных ситуациях;

= обеспечение готовности к действиям органов управления, сил и средств, предназначенных и выделяемых для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

= **сбор, обработка, обмен и выдача информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;**

= **подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях;**

= **прогнозирование и оценка социально-экономических последствий чрезвычайных ситуаций;**

= создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций;

= осуществление государственной экспертизы, надзора и контроля в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

= ликвидация чрезвычайных ситуаций;

= осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от чрезвычайных ситуаций, проведение гуманитарных акций;

= реализация прав и обязанностей населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций, а также лиц, непосредственно участвующих в их ликвидации;

= международное сотрудничество в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

В соответствии с требованиями статьи 4 Федерального закона от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» установлено, что Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций объединяет:

= **органы управления;**

= **силы и средства** федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, организаций, в полномочия которых входит решение вопросов по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

В соответствии с требованиями *Постановления Правительства Российской Федерации от 30.12.2003 г. № 794 утверждено положение и порядок функционирования Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.*

Положение устанавливает, что РСЧС состоит из ***территориальных и функциональных подсистем*** и осуществляет свою деятельность на федеральном межрегиональном, региональном, муниципальном и объектовом уровнях.

**Функциональные подсистемы** создаются федеральными органами исполнительной власти для организации работы по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в сфере их деятельности и порученных им отраслях экономики.

Перечень функциональных подсистем определяется постановлениями Правительства Российской Федерации.

Организация, состав сил и средств функциональных подсистем, а также порядок их деятельности определяются положениями о них, утверждаемыми руководителями федеральных органов исполнительной власти по согласованию с Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. (МЧС РФ)

**Территориальные подсистемы** создаются в субъектах РФ для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в пределах их территорий и состоят из звеньев,

Организация, состав сил и средств территориальных подсистем, а также порядок их деятельности определяются положениями о них, утверждаемыми в установленном порядке органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

**Каждый уровень функционирования элементов РСЧС включает в себя:**

= координирующие органы;

= постоянно действующие органы управления;

= органы повседневного управления;

= силы и средства;

= резервы финансовых и материальных ресурсов;

= системы связи, оповещения и информационного обеспечения.

**Координационными органами** единой системы являются:

на ***федеральном уровне*** – Правительственная комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности, комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности федеральных органов исполнительной власти (ПК),

на *межрегиональном уровне* (в пределах соответствующего федерального округа) – аппарат полномочного представителя Президента Российской Федерации в федеральном округе;

на *региональном уровне* (в пределах территории субъекта Российской Федерации) – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации; (КЧС)

на *муниципальном уровне* (в пределах территории муниципального образования) – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности органа местного самоуправления; (КЧС)

на *объектовом уровне* – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности организации.

Образование, реорганизация и упразднение КЧС, определение их компетенции, утверждение руководителей и персонального состава осуществляются и возглавляются соответственно Правительством Российской Федерации, федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями.

**Основными задачами** комиссий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности в соответствии с их компетенцией являются:

- разработка предложений по реализации государственной политики в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;
- координация деятельности органов управления и сил единой системы по ЧС;
- обеспечение согласованности действий федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций при решении задач в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности, а также восстановления и строительства жилых домов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, социальной сферы, производственной и инженерной инфраструктуры, поврежденных и разрушенных в результате чрезвычайных ситуаций;
- рассмотрение вопросов о привлечении сил и средств гражданской обороны к организации и проведению мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в порядке, установленном федеральным законом.

**Постоянно действующими органами управления** единой системы являются:

на *федеральном уровне* – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (**МЧС**) подразделения федеральных органов исполнительной власти для решения задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны;

на *межрегиональном уровне* – территориальные органы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации

последствий стихийных бедствий – региональные центры по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

на **региональном уровне** – территориальные органы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – главные управления Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъектам Российской Федерации; (ГУ ГО и ЧС )

на **муниципальном уровне** – органы, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны при органах местного самоуправления;

на **объектовом уровне** – структурные подразделения организаций, уполномоченных на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны.

**Органами повседневного управления** единой системы являются:

На **федеральном уровне**: Национальный центр управления в кризисных ситуаций (НЦУКС), информационные центры, дежурно-диспетчерские службы федеральных органов исполнительной власти;

На **межрегиональном уровне**: - центры управления в кризисных ситуациях региональных центров (ЦУКС РЦ).

На **территориальном уровне**: - центры управления в кризисных ситуациях главных управлений Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъектам Российской Федерации (ЦУКС ГУ).

- информационные центры, дежурно-диспетчерские службы органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и территориальных органов федеральных органов исполнительной власти;

На **муниципальном уровне**: - единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований; (ЕДДС)

На **объектовом уровне**: - дежурно-диспетчерские службы (ДДС) организаций (объектов).

ЕДДС муниципального образования решает следующие основные задачи:

- прием от населения и организаций любых сообщений о происшествиях, пожарах и так далее, несущих информацию об угрозе или факте возникновения ЧС, а также коммутацию телефонного вызова в дежурные службы, в чьем ведении находится решение данных вопросов;

- анализ и оценка достоверности поступившей информации, доведение ее до ДДС предприятий и организаций муниципального образования, штабов ГО и ЧС, в компетенцию которых входит реагирование на принятое сообщение;

- своевременное направление подразделений на тушение пожаров или ликвидацию последствий аварий и стихийных бедствий, а в необходимых случаях – обеспечение временной передислокации подразделений подсистемы РСЧС муниципального образования;

- обеспечение оперативно-диспетчерской связи с подразделениями пожарной охраны, спасательными и другими формированиями, привлекаемыми к реагированию на происшествия;
- передача и прием информации с места работы (района происшествия или ЧС) подразделений (формирований);
- обеспечение надежной связи с наиболее важными объектами и взаимодействующими организациями, находящимися на территории муниципального образования;
- прием сообщений и направление на крупные пожары (ЧС) подразделений пожарной охраны, спасательных и других формирований муниципального образования;
- сбор информации от ДДС предприятий и организаций, систем контроля и наблюдения за окружающей средой, включенных в объединенную систему оперативно-диспетчерского управления, и распространение между ними полученной информации об угрозе или факте возникновения ЧС, сложившейся обстановке и действиях сил и средств по ликвидации ЧС на территории муниципального образования;
- обработка и анализ данных о ЧС, определение ее масштаба и уточнение состава ДДС, привлекаемых для реагирования на ЧС, их оповещение о переводе в различные режимы функционирования;
- обобщение, оценка и контроль данных обстановки, принятых мерах по ликвидации пожаров и ЧС, подготовка и корректировка заранее разработанных и согласованных с организациями вариантов управленческих решений по реагированию на происшествия, пожары и ликвидацию ЧС, принятие экстренных мер;
- представление докладов (донесений) об угрозе или возникновении ЧС, сложившейся обстановке, возможных вариантах решений и действиях по ликвидации ЧС (на основе ранее подготовленных и согласованных планов) в ЦУКС Главного управления МЧС России по соответствующей области (республике, краю, автономному округу);
- доведение задач, постановленных главой муниципального образования до ДДС и подчиненных им сил постоянной готовности, контроль их выполнения и организация взаимодействия;
- обобщение информации о происшествиях и ЧС (за сутки дежурства, неделю, месяц, квартал, год), и представление соответствующих докладов (донесений) по подчиненности, а также информирование отдела УФСБ России по муниципальному образованию.

**Силы РСЧС** включают в себя:

***Силы и средства МЧС России***

- = подразделения противопожарной службы;
- = войска гражданской обороны (СЦ);
- = поисково-спасательные формирования (ПСФ);
- = другие формирования и организации МЧС.

***Силы и средства министерств и ведомств (функциональных подсистем РСЧС)***

- силы и средства Министерства обороны;
- формирования Министерства внутренних дел;
- формирования Министерства здравоохранения;
- формирования ветеринарной службы и службы защиты растений Министерства сельского хозяйства;
- формирования Росгидромета;
- ведомственные противопожарные, поисково-спасательные, восстановительные, аварийно-технические формирования.

***Силы и средства субъектов РФ, организаций и объектов экономики (территориальных подсистем РФ)***



= территориальные и объектовые нештатные аварийно-спасательные формирования.

В состав сил и средств каждого уровня РСЧС входят силы и средства постоянной готовности, предназначенные для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации и проведения работ по их ликвидации

Для обеспечения проводимых мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций создаются и используются:

- резервный фонд Правительства Российской Федерации по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий стихийных бедствий;
- запасы материальных средств для обеспечения неотложных работ по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, находящиеся в составе государственного материального резерва;
- резервы финансовых и материальных ресурсов федеральных органов исполнительной власти;
- резервы финансовых и материальных ресурсов субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций.

Управление единой системой осуществляется с использованием систем связи и оповещения, представляющих собой организационно-техническое объединение сил, средств связи и оповещения, сетей вещания, каналов сети связи общего пользования и ведомственных сетей связи, обеспечивающих доведение информации и сигналов оповещения до органов управления, сил единой системы и населения.

Приоритетное использование любых сетей связи и средств связи, приостановление или ограничение использования этих сетей и средств связи во время чрезвычайных ситуаций осуществляется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Информационное обеспечение в единой системе осуществляется с использованием автоматизированной информационно-управляющей системы, представляющей собой совокупность технических систем, средств связи и оповещения, автоматизации и информационных ресурсов, обеспечивающей обмен данными, подготовку, сбор, хранение, обработку, анализ и передачу информации.

Для приема сообщений о чрезвычайных ситуациях, в том числе вызванных пожарами, в телефонных сетях населенных пунктов устанавливается единый номер – **01 (112)**.

Сбор и обмен информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности осуществляется федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями в порядке, установленном требованиями постановления Правительства Российской Федерации от 24.03.1997 г. № 334 «О порядке сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Обмен информацией с иностранными государствами осуществляется в соответствии с международными договорами.

При отсутствии угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций на объектах, территориях или акваториях- органы управления и силы единой системы функционируют в режиме **повседневной деятельности**.

Решениями руководителей федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций, на территории которых могут возникнуть или возникли чрезвычайные ситуации, для соответствующих органов управления и сил единой системы может устанавливаться один из следующих режимов функционирования:

**Режим повышенной готовности** – при угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций;

**Режим чрезвычайной ситуации** – при возникновении и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Основаниями для принятия решения руководителей федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций о введении для соответствующих органов управления и сил единой системы режима повышенной готовности или режима чрезвычайной ситуации определяются:

а) обстоятельства, послужившие основанием для введения режима повышенной готовности или режима чрезвычайной ситуации;

б) границы территории, на которой может возникнуть чрезвычайная ситуация, или границы зоны чрезвычайной ситуации;

в) силы и средства, привлекаемые к проведению мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации;

г) перечень мер по обеспечению защиты населения от чрезвычайной ситуации или организации работ по ее ликвидации;

д) должностные лица, ответственные за осуществление мероприятий по предупреждению чрезвычайной ситуации, или руководитель работ по ликвидации чрезвычайной ситуации.

Руководители федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций должны информировать население через средства массовой информации и по иным каналам связи о введении на конкретной территории соответствующих режимов функционирования органов управления и сил единой системы, а также мерах по обеспечению безопасности населения.

Основными мероприятиями, проводимыми органами управления и силами единой системы, являются:

**В режиме повседневной деятельности:**

- изучение состояния окружающей среды и прогнозирование чрезвычайных ситуаций;

- сбор, обработка и обмен в установленном порядке информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;

- разработка и реализация целевых и научно-технических программ и мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности;

- планирование действий органов управления и сил единой системы, организация подготовки и обеспечения их деятельности;

- подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях;

- пропаганда знаний в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;

- руководство созданием, размещением, хранением и восполнением резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций;

- проведение в пределах своих полномочий государственной экспертизы, надзора и контроля в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;
- осуществление в пределах своих полномочий необходимых видов страхования;
- проведение мероприятий по подготовке к эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, их размещению и возвращению соответственно в места постоянного проживания либо хранения, а также жизнеобеспечению населения в чрезвычайных ситуациях;
- ведение статистической отчетности о чрезвычайных ситуациях, участие в расследовании причин аварий и катастроф, а также выработке мер по устранению причин подобных аварий и катастроф;

#### **В режиме повышенной готовности:**

- усиление контроля за состоянием окружающей среды, прогнозирование возникновения чрезвычайных ситуаций и их последствий;
- введение при необходимости круглосуточного дежурства руководителей и должностных лиц органов управления и сил единой системы на стационарных пунктах управления;
- непрерывный сбор, обработка и передача органам управления и силам единой системы данных о прогнозируемых чрезвычайных ситуациях, информирование населения о приемах и способах защиты от них;
- принятие оперативных мер по предупреждению возникновения и развития чрезвычайных ситуаций, снижению размеров ущерба и потерь в случае их возникновения, а также повышению устойчивости и безопасности функционирования организаций в чрезвычайных ситуациях;
- уточнение планов действий (взаимодействия) по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и иных документов;
- приведение при необходимости сил и средств единой системы в готовность к реагированию на чрезвычайные ситуации, формирование оперативных групп и организация выдвижения их в предполагаемые районы действий;
- восполнение при необходимости резервов материальных ресурсов, созданных для ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- проведение при необходимости эвакуационных мероприятий;

#### **В режиме чрезвычайной ситуации:**

- непрерывный контроль за состоянием окружающей среды, прогнозирование развития возникших чрезвычайных ситуаций и их последствий;
- оповещение руководителей федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, а также населения о возникших чрезвычайных ситуациях;
- проведение мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- организация работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций и всестороннему обеспечению действий сил и средств единой системы, поддержанию общественного порядка в ходе их проведения, а также привлечению при необходимости в установленном порядке общественных организаций и населения к ликвидации возникших чрезвычайных ситуаций;
- непрерывный сбор, анализ и обмен информацией об обстановке в зоне чрезвычайной ситуации и в ходе проведения работ по ее ликвидации;

- организация и поддержание непрерывного взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций по вопросам ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий;
- проведение мероприятий по жизнеобеспечению населения в чрезвычайных ситуациях.

**Главная задача развития РСЧС** – *снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций*, т.е. осуществление комплекса мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения.

Трагические события Чернобыльской аварии в 1986 году, Спитакского землетрясения в Армении 1988 года ярко высветили отсутствие профессиональных спасательных формирований в Советском Союзе. Эти события явились толчком к организации спасательного дела и постановке его на государственную основу. Возникла целесообразность создания специального федерального ведомства, имеющего **специализированные органы управления, свои силы и средства**.

В связи с этим, в целях прогнозирования, предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечения постоянной готовности органов государственного управления к быстрым и эффективным действиям в экстремальных условиях *Постановлением Совета Министров РСФСР № 606 от 27 декабря 1990 г.* создается **Российский корпус спасателей на правах Государственного комитета РСФСР**.

**30 июля 1991 г.** постановлением Президиума Верховного Совета РСФСР № 1617-1 Российский корпус спасателей был преобразован в **Государственный комитет РСФСР по чрезвычайным ситуациям**.

Указом Президента РСФСР Б.Н. Ельцина № 305 от 18 декабря 1991 г. формируется **Государственный комитет РСФСР по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий**. Этим же указом создаются 9 региональных центров по делам ГО и ЧС.

В 1992 г. Государственный комитет РСФСР реорганизуется в **Государственный комитет Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий**. Комитету были переданы войска гражданской обороны, а также другие силы и средства гражданской обороны.

В 1994 г. Указом Президента Российской Федерации № 66 от 10 января ГКЧС преобразуется в **Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России)**.

Положение о МЧС России утверждено Указом Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 г. № 868 (с изменениями от 21.10.2005 № 1228, от 21.04.2008 № 538).

Согласно данному Положению, Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС) является **федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах**.

МЧС России осуществляет: *управление, координацию, контроль и реагирование в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.*

**Основными задачами МЧС России являются:**

- выработка и реализация государственной политики в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, а также безопасности людей на водных объектах в пределах компетенции МЧС России;
- организация подготовки и утверждения в установленном порядке проектов нормативных правовых актов в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;
- осуществление управления в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах, а также управление деятельностью федеральных органов исполнительной власти в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- осуществление нормативного регулирования в целях предупреждения, прогнозирования и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций и пожаров, а также осуществление специальных, разрешительных, надзорных и контрольных функций по вопросам, отнесенным к компетенции МЧС России;
- осуществление деятельности по организации и ведению гражданской обороны, экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах, а также осуществление мер по чрезвычайному гуманитарному реагированию, в том числе за пределами Российской Федерации.

### **Паспорт МЧС России**

МЧС России возглавляет Министр Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, *назначаемый на должность и освобождаемый от должности Президентом Российской Федерации* по представлению Председателя Правительства Российской Федерации.

Министр имеет заместителей, назначаемых на должность и освобождаемых от должности Президентом Российской Федерации по представлению Председателя Правительства Российской Федерации.

Всего на территории Российской Федерации сформировано **восемь** региональных центров МЧС России:

- Центральный;
- Северо-Западный;
- Южный;
- Северо-Кавказский;
- Приволжский;
- Уральский;
- Сибирский;
- Дальневосточный.

**Положение о региональном центре** по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий утверждено приказом МЧС России от 1 октября 2004 г. № 458.

Согласно Положению, Региональный центр МЧС России осуществляет в установленном порядке руководство соединениями, воинскими частями войск гражданской обороны, подразделениями Государственной противопожарной службы МЧС России, поисково-спасательными подразделениями, иными подразделениями и организациями МЧС России, непосредственно подчиненными региональному центру МЧС России, а также Главными управлениями МЧС России по субъектам Российской Федерации в пределах своих полномочий.

Основными **задачами регионального центра** МЧС России являются:

- реализация в пределах своей компетенции государственной политики; осуществления управления и контрольных функций в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;
- осуществление в пределах своей компетенции деятельности по организации и ведению гражданской обороны, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах, а также экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях федерального уровня.

**Положение о Главном управлении** Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъекту Российской Федерации утверждено **приказом МЧС России № 372 от 6 августа 2004 г.**

Главное управление МЧС России осуществляет в установленном порядке руководство подразделениями Государственной противопожарной службы МЧС России, Государственной инспекции по маломерным судам МЧС России, пожарно-спасательными поисково-спасательными, аварийно-спасательными формированиями и иными подразделениями и организациями МЧС России, дислоцированными на территории соответствующего субъекта Российской Федерации.

Основными **задачами Главного управления** МЧС России являются:

- реализация государственной политики; осуществление управления и контрольно-надзорных функций в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на территории субъекта Российской Федерации в пределах установленных полномочий;
- осуществление деятельности в пределах своей компетенции по организации и ведению гражданской обороны, экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях, в том числе по чрезвычайному гуманитарному реагированию, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах на территории субъекта Российской Федерации.

В ходе занятий мы рассмотрели с вами организационные основы функционирования Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, требования законодательства в области защиты населения от чрезвычайных ситуаций, а также ознакомились со структурой и задачами МЧС России - федерального органа

исполнительной власти Российской Федерации, уполномоченного в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В заключение хочу подчеркнуть, что защита личности, общества и государства от чрезвычайных ситуаций является одним из важнейших направлений государственной политики в области национальной безопасности. Переломить неблагоприятные тенденции в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера можно единственным способом - создать новую идеологию противодействия катастрофам, практической реализацией которой должна стать государственная стратегия уменьшения рисков и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций. *Снижение природных и техногенных рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций, на основе научно обоснованных мер* остаются одним из приоритетных направлений государственной политики России в области защиты от ЧС.

Приоритет в деятельности МЧС России изначально отдан предупреждению чрезвычайных ситуаций. Это подтверждается нашим девизом: **«Предупреждение, спасение, помощь»**, где предупреждение стоит на первом месте.

## **ТЕМА 2. Организационная структура, основные задачи и перспективы развития МЧС России**

### **Целью данной лекции является:**

Ознакомить Вас со структурой, задачами Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Показать роль и место МЧС России – федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах - в единой системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Рассказать о новых подходах к вопросам обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в рамках реализации Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года, а также Стратегии развития МЧС России до 2030 года.

В ходе лекции нами будут рассмотрены следующие вопросы:

- 1) Современная система управления, структура и задачи МЧС России.
- 2) Перспективные направления развития МЧС России

### **ВОПРОС 1. СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ЗАДАЧИ И СТРУКТУРА МЧС РОССИИ**

Трагические события Чернобыльской аварии в 1986 году, Спитакского землетрясения в Армении 1988 года ярко высветили отсутствие профессиональных спасательных формирований в Советском Союзе. Эти события явились толчком к организации спасательного дела и постановке его на государственную основу. Возникла целесообразность создания специального федерального ведомства, имеющего *специализированные органы управления, свои силы и средства*.

В связи с этим, в целях прогнозирования, предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечения постоянной готовности органов государственного управления к быстрым и эффективным действиям в экстремальных условиях *Постановлением Совета Министров РСФСР № 606 от 27 декабря 1990 г.* создается **Российский корпус спасателей на правах Государственного комитета РСФСР**.

**30 июля 1991 г.** постановлением Президиума Верховного Совета РСФСР № 1617-1 Российский корпус спасателей был преобразован в **Государственный комитет РСФСР по чрезвычайным ситуациям**.

Указом Президента РСФСР Б.Н. Ельцина № 305 от 18 декабря 1991 г. формируется **Государственный комитет РСФСР по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий**. Этим же указом создаются 9 региональных центров по делам ГО и ЧС.

В 1992 г. Государственный комитет РСФСР реорганизуется в **Государственный комитет Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий**. Комитету были переданы войска гражданской обороны, а также другие силы и средства гражданской обороны.



*Российской Федерации № 66 от 10 января 1994г* ГКЧС преобразуется в **Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России)**.

27 декабря 2015 года исполнилось 25 лет со Дня образования МЧС России. Достигнуто и сделано за эти годы немало, МЧС России есть чем гордиться по праву. В то же время 25-летний юбилей является хорошим поводом посмотреть в будущее с точки зрения настоящего.

**Положение о Министерстве** утверждено указом Президента Российской Федерации от **11.07.2004 № 686** «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

Согласно данному *Положению МЧС России* – федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

**Полное наименование** – **Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. (Министерство по ЧС).**

**В систему МЧС России входят:**

- Центральный аппарат;
- Территориальные органы - региональные центры по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и органы, специально уполномоченные решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации (главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации); (РЦ и ГУ ГО и ЧС )
  - Федеральная противопожарная служба; ( ФПС )
  - Спасательные воинские формирования – спасательные центры МЧС России; ( СЦ )
  - Государственная инспекция по маломерным судам МЧС России; ( ГИМС )
  - Поисково – спасательные формирования. (ПСО)
  - Образовательные, научные, медицинские, спортивные и иные учреждения и организации, находящиеся в ведении МЧС России.

**ПАСПОРТ СИСТЕМЫ МЧС.**

- В структуру МЧС России входят: центральный аппарат, территориальные органы (**4** региональных центров, **85** главных управления), **4** научно-исследовательских учреждения, **6** высших учебных заведений.

- **Численность личного состава - 291 819 человек. Из них:**
  - ГПС (государственной противопожарной службы) - **244 841** человек;
  - ГПН (государственный пожарный надзор) – **8274** человека;
  - СВФ (спасательные воинские формирования) - **24 450** человек;
  - ГИМС (государственная инспекция по маломерным судам) **5155** человек;
  - ПСС (поисково-спасательная служба) - **4681** человек и **29020** спасателей в субъектах РФ;
  - ВГСЧ (военизированные горноспасательные части МЧС России) - **4418** человек.
  
- Техническое оснащение МЧС России: **53** (18 самолетов **35** вертолетов) воздушных судов, **1757** патрульных катера и плавсредства, в подразделениях ГПС в боевом расчете **13137** основных и **3699** специальных транспортных средств, и другие виды техники.

### **Основными задачами МЧС России являются:**

- 1) выработка и реализация государственной политики в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, а также безопасности людей на водных объектах в пределах компетенции МЧС России;
- 2) организация подготовки и утверждения в установленном порядке проектов нормативных правовых актов в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;
- 3) осуществление управления в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах, а также управление деятельностью федеральных органов исполнительной власти в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- 4) осуществление нормативного регулирования в целях предупреждения, прогнозирования и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций и пожаров, а также осуществление специальных, разрешительных, надзорных и контрольных функций по вопросам, отнесенным к компетенции МЧС России;
- 5) осуществление деятельности по организации и ведению гражданской обороны, экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах, а также осуществление мер по чрезвычайному гуманитарному реагированию, в том числе за пределами Российской Федерации.

МЧС России возглавляет Министр Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, назначаемый на должность и освобождаемый от должности Президентом Российской Федерации по представлению Председателя Правительства Российской Федерации.

Министр имеет **8** заместителей, назначаемых на должность и освобождаемых от должности Президентом Российской Федерации по представлению Председателя Правительства Российской Федерации:

– *Первый заместитель Министра,*

- Статс-Секретарь – Заместитель Министра,
- Руководитель Аппарата Министра,
- Главный Государственный инспектор по пожарному надзору,
- 4 заместителя Министра.

### **Структура Центрального аппарата МЧС России**

В **Центральный аппарат** Министерства входят **13** департаментов, управлений. **Ключевыми департаментами МЧС России являются:**

- Департамент гражданской защиты,
- Департамент гражданской обороны и защиты населения,
- Департамент пожарно-спасательных сил и специальных формирований,
- Департамент международной деятельности,
- Департамент надзорной деятельности и профилактической работы,
- Департамент территориальной политики,
- Департамент авиационно-спасательных технологий и беспилотной авиации (созданный в августе 2015 года).

**К важнейшим управлениям МЧС России относятся:**

- Управление специальной пожарной охраны,
- Научно-техническое управление,
- Управление военизированных горноспасательных частей,
- Управление безопасности людей на водных объектах.

Предельную численность работников центрального аппарата МЧС России составляет **825** человек;

**Территориальные органы МЧС России** включают в себя **4** региональных центров, а в составе региональных центров – **85** Главных Управлений по субъектам Российской Федерации.

**Сибирский региональный центр** находится в г. Красноярске, координирует работу **27** Главных управлений.

**Южный региональный центр** расположен в городе Ростове-на-Дону и руководит работой **13** Главных управлений МЧС России.

**Центральный региональный центр** руководит работой **31** главных управлений (области Московская, Костромская, Владимирская, Рязанская и других) и расположен в г. Москве.

**Северо-Западный региональный центр** находится в городе Санкт-Петербурге, руководит работой **11** Главных управлений МЧС России.

Особое место по своей значимости в системе МЧС России занимают **Главное управление МЧС России по г. Москве, Главное управление МЧС России по Республике Крым, Главное управление МЧС России по г. Севастополь,** не входящие в состав региональных центров и являющихся самостоятельными территориальными органами МЧС России.

Для координации действий органов управления, сил и средств функциональных и территориальных подсистем РСЧС созданы и функционируют в круглосуточном режиме органы повседневного управления:

на федеральном уровне – **Национальный Центр управления в кризисных ситуациях (НЦУКС)**. НЦУКС, создан в соответствии с Приказом МЧС России от 27.09.2006 г. № 545. НЦУКС предназначен для организации управления в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах, а также координации в установленном порядке деятельности федеральных и региональных органов исполнительной власти в рамках РСЧС.

**В числе основных задач Национального ЦУКС:**

- подготовка предложений по применению дежурных сил и средств,
- обеспечение оперативного управления силами РСЧС в ходе выполнения мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций,
- -контроль за готовностью подразделений оперативного реагирования к действиям по назначению,
- оповещение и информирование населения о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях и пожарах.

В рамках РСЧС Национальный центр управления в кризисных ситуациях также обеспечивает информационное взаимодействие с федеральными органами исполнительной власти, субъектами Российской Федерации, организациями сети мониторинга опасных процессов и явлений и соответствующими силами постоянной готовности.

На Национальный ЦУКС, кроме того, **возлагается задача** поддержки международных гуманитарных проектов, программ и операций, выработки согласованных действий органов повседневного управления межгосударственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций государств-участников СНГ.

**В оперативном управлении Национального ЦУКСа находятся:**

- **ЦУКСы** региональных центров МЧС России, главных управлений МЧС России по г. Москве, республике Крым и г. Севастополь;
- **ЦУКС** Главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации.

Создание НЦУКС обусловлено расширением круга задач МЧС России на современном этапе, необходимостью перехода на новые технологии управления и эффективности межведомственного взаимодействия.

**На межрегиональном и региональном уровне**, как уже выше отмечалось, органами повседневного управления являются Центры управления в кризисных ситуациях региональных центров и главных управлений МЧС России.

**На муниципальном и объектовом уровне** органами повседневного управления являются Единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований, осуществляющие круглосуточное управление на своей территории (ЕДДС МО).

**Основные задачи ЕДДС:**

– прием от населения и организаций сообщений о любых чрезвычайных происшествиях, несущих информацию об угрозе или факте возникновения ЧС;  
- анализ и оценка достоверности поступившей информации, доведение ее до дежурно-диспетчерских служб (ДДС), в компетенцию которых входит реагирование на принятое сообщение;

– сбор от ДДС, служб контроля и наблюдения за окружающей средой (систем мониторинга) и распространение между ДДС города полученной информации об угрозе или факте возникновения ЧС, сложившейся обстановке и действиях сил и средств по ликвидации ЧС;

– обработка и анализ данных о ЧС, определение ее масштаба и уточнение состава ДДС, привлекаемых для реагирования на ЧС.

#### **Силы и средства МЧС России.**

В целях проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ, ликвидации крупно-масштабных чрезвычайных ситуаций в системе МЧС России Указом Президента РФ от 30.09.2011г. **№1265** созданы спасательных воинских формирований МЧС России численностью около тыс. человек (спасательные центры МЧС России).

#### **Спасательные воинские формирования МЧС России предназначены:**

- участия в мероприятиях по предупреждению и ликвидации ЧС, а также в обучении населения в области гражданской обороны;
- ведение радиационной, химической и неспецифической бактериологической (биологической) разведки в зонах ЧС, а также на маршрутах выдвижения к ним;
- участие в проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ по оперативной локализации и ликвидации ЧС природного и техногенного характера на территории Российской Федерации;
- участие в проведении пиротехнических работ, связанных с обезвреживанием авиационных бомб и фугасов, а также в гуманитарном разминировании;
- участие в проведении работ по санитарной обработке населения, обеззараживанию зданий и сооружений, специальной обработке техники, имущества и территорий;
- участие в доставке грузов, перевозимых в зоны ЧС, в том числе в качестве гуманитарной помощи иностранным государствам;
- участие в обеспечении пострадавшего населения продовольствием, водой, предметами первой необходимости, другими материальными средствами и услугами, жилыми помещениями для временного проживания, а также в оказании пострадавшему населению первой помощи;
- участие в мероприятиях по эвакуации населения, материальных и культурных ценностей из зон чрезвычайных ситуаций;
- участие в проведении работ по восстановлению объектов жизнеобеспечения населения;

*Применение спасательных воинских формирований в мирное время осуществляется Министром Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее -*

**Министр), в военное время - на основании распоряжения Президента Российской Федерации.**

Для организации тушения пожаров, проведения аварийно-спасательных работ развернута группировка сил пожарно-спасательных подразделений МЧС России, насчитывающая **250** тысяч человек.

**Государственная противопожарная служба МЧС России (ГПС МЧС России)** - основной вид государственной пожарной охраны, созданный с целью защиты жизни и здоровья людей, имущества от пожаров, организации и осуществления государственного пожарного надзора в РФ за соблюдением требований пожарной безопасности и пресечения их нарушений. ГПС до 2001 входила в состав МВД России в качестве единой самостоятельной оперативной службы, с 01 января 2002 ГПС вошла в систему МЧС России.

Противопожарная служба в наши дни – это самая быстрая структура по оказанию экстренной помощи. Она является основой современной службы спасения.

Основные задачи ГПС:

- тушением пожаров,
- осуществляет государственный пожарный надзор
- обучает население в области пожарной безопасности.
- организует и осуществляет в установленном порядке охрану населённых пунктов и предприятий от пожаров,
- проводит работы и услуги в области пожарной безопасности;
- осуществляет финансовое и материально-техническое обеспечение деятельности органов управления и подразделений ГПС;
- координирует деятельность других видов пожарной охраны;
- разрабатывает и организует осуществление единой научно-технической политики в области пожарной безопасности;
- осуществляет подготовку, переподготовку и повышение квалификации кадров для пожарной охраны.

В арсенале пожарных-спасателей самая мощная техника: пожарные автомобили, корабли и катера, а также специальные вертолеты и даже поезда.

**Региональные поисково-спасательные отряды (в каждом РЦ по одному)** предназначены для:

- оперативного реагирования на ЧС природного и техногенного характера;
- проведение работ по их ликвидации, направленных на спасение жизни и сохранение здоровья людей;
- спасение материальных и культурных ценностей;
- снижение размеров ущерба природной среде.

Общая численность группировки составляет - **4681** человек.

**Основными задачами ПСО являются:**

- круглосуточное поддержание постоянной готовности спасателей (спасательного оборудования, снаряжения, средств транспорта, связи и жизнеобеспечения к оперативному реагированию на ЧС, аварии, происшествия и проведению работ по их ликвидации;

- организация и проведение в установленном порядке поисково-спасательных, аварийных и других неотложных работ;
- оказание медицинской помощи пострадавшим;
- проведение аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров в зоне ЧС;
- эвакуация пострадавших и материальных ценностей из зоны ЧС;
- проведение по заданиям МЧС России опытной эксплуатации и испытаний новых образцов аварийно-спасательных средств;
- участие в международных, федеральных, региональных соревнованиях по многоборью спасателей;
- участие в установленном порядке в международном сотрудничестве в области предупреждения и ликвидации ЧС и обеспечения безопасности людей на водных объектах.

**Государственная инспекция по маломерным судам Российской Федерации (ГИМС России)** – это территориальный орган ГИМС МЧС России исполняющий государственную функцию по надзору на водных объектах за пользованием маломерными судами, базами (сооружениями) для их стоянок и иными объектами (пляжи, переправы и наплавные мосты).

#### **Состав системы ГИМС МЧС России:**

- Управление государственной инспекции по маломерным судам МЧС России;
- **6** отделов ГИМС в составе региональных центров МЧС России;
- **88** территориальных органов ГИМС (отделов) в составе главных управлений МЧС России по субъектам РФ;
- **82** центра ГИМС МЧС России по субъектам РФ, в состав которых входят **110** инспекторских отделений, **512** инспекторских участков, **89** групп технического надзора, **94** группы регистрационной и экзаменационной работы, **138** групп патрульной службы;
- государственное учреждение «Центр обеспечения деятельности ГИМС МЧС России».

Штатная численность ГИМС МЧС России в настоящее время составляет - **5155** человек, из них государственных инспекторов по маломерным судам — **3022** человека, в том числе в центрах ГИМС по субъектам РФ — **2133** человек.

#### **Основные задачи ГИМС МЧС России:**

- осуществление государственного и технического надзора за маломерными судами и базами (сооружениями) для их стоянок и их использованием во внутренних водах и в территориальном море Российской Федерации;
- осуществление безопасности людей на водных объектах (в пределах своей компетенции).

**Военизированные горноспасательные части (ВГСЧ) предназначены для осуществления горноспасательного обслуживания организаций, ведущих горные и другие работы на опасных производственных объектах угольной, горнодобывающей, металлургической промышленности и подземного строительства, в период их строительства, реконструкции, эксплуатации, ликвидации или консервации.**

Подразделения военизированных горноспасательных частей МЧС России (далее – ВГСЧ) территориально расположены в 32 субъектах Российской Федерации и структурно состоят из **18** военизированных горноспасательных отрядов (далее - ВГСО). Для оказания

помощи пострадавшим работникам обслуживаемых предприятий имеются **10** медицинских бригад экстренного реагирования (далее – МБЭР).

**В состав ВГСЧ входит: 32** контрольно-испытательных лаборатории, выполняющих анализы проб шахтного воздуха, воды и материалов, применяемых при ведении аварийно-спасательных работ, и **8** служб депрессионных съемок для выполнения депрессионных тепловых съемок на подземных объектах.

Подразделениями ВГСЧ на договорной основе обслуживаются **1040** опасных производственных объектов, в том числе: **91** угольная шахта, **73** подземных объекта по добыче полезных ископаемых, **416** объектов по добыче полезных ископаемых открытым способом, **88** объектов строительства подземных сооружений, **132** предприятия по переработке и обогащению полезных ископаемых и **240** прочих опасных производственных объектов.

Общая численность группировки ФГУП «ВГСЧ» - **4418 человек.**

#### **Основные задачи:**

- обеспечение горноспасательного обслуживания организаций в режиме круглосуточной готовности подразделений и служб к выезду на ликвидацию возможных аварий (катастроф);
- выполнение горноспасательных работ по спасению и эвакуации людей и оказание первой помощи при несчастных случаях непосредственно на их рабочем месте;
- ликвидация последствий взрывов и внезапных выбросов горной массы и газа, прорывов плывунов и затоплений горных выработок и других аварий;
- локализация и тушение подземных пожаров и пожаров на поверхностных объектах - выполнение газоспасательных работ при ликвидации технологических аварий в поверхностных цехах организаций металлургической промышленности;
- выполнение работ по предотвращению возникновения и минимизации последствий чрезвычайных ситуаций на объектах и территориях по заданиям МЧС России.

**Авиация МЧС России** была образована 10 мая 1995 г. в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации № 457 "О создании Государственного унитарного авиационного предприятия МЧС России».

#### **Главная задача авиации МЧС России:**

- авиационное обеспечение экстренного реагирования сил «чрезвычайного» ведомства при возникновении крупномасштабных аварий и катастроф природного и техногенного характера. В рамках этой задачи на место ЧС доставляются спасатели, медики, снаряжение и оборудование;
- участие авиации в поисково-спасательных работах, включающих в себя воздушную разведку местности, наведение поисково-спасательных групп на объекты поиска, десантирование спасателей, эвакуацию пострадавших из районов ЧС;
- авиация МЧС выполняет авиационно-спасательные работы, непосредственно связанные с ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций (первую очередь это относится к тушению пожаров с воздуха);



– в рамках международной деятельности авиация привлекается для доставки гуманитарной помощи и других жизненно важных грузов в зарубежные страны и эвакуации из «горячих точек» российских граждан и подданных стран

### **Авиационно-спасательные центры МЧС России.**

Всего на территории Российской Федерации создано 12 Авиационно-спасательных центров МЧС России, которые находятся в каждом региональном центре МЧС России. Общая группировка составляет 12 тыс. человек, 53 воздушных судов.

**Главными задачами, которые выполняют все авиационно-спасательные центры МЧС России, являются:**

- дежурство по ЧС;
- десантирование (перевозка) спасателей (грузов);
- десантирование парашютистов-спасателей;
- десантирование спасателей с помощью спусковых устройств (СУ-Р);
- выполнение поисково-спасательных и эвакуационных работ;
- ликвидация разливов нефтепродуктов с применением ВОП;
- тушение пожаров с применением водосливного устройства (ВСУ-5А);
- ведение воздушной разведки;
- наведение вертолетов (самолетов) и поисковых наземных групп на заданные объекты;
- обеспечение управления и связи с поисково-спасательными группами;
- выполнение воздушных разведок, таких как: инженерная разведка местности; радиационная; химическая; разведка объектов на местности, а также разведка погоды.

### **Высшие учебные заведения:**

В составе Министерства имеется 2 крупных, признанных на мировом уровне научно-исследовательских центра:

### **Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны (ФГБУ «ВНИИПО»).**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» создано в 1937 г. в соответствии с Постановлением СНК СССР от 5 июля № 1057-252 с.

С января 2002 — **Федеральное государственное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС РОССИИ (ФГБУ ВНИИПО) .**

*Имеет два филиала:*

- в Санкт-Петербурге
- в Красноярске

### **Основные задачи ВНИИПО.**

- Участие в разработке и реализации государственной научно-технической политики в области пожарной безопасности;
- Решение научно-технических проблем в области пожарной безопасности;
- Научно-техническое, методическое и информационное обеспечение деятельности ГПС МЧС России;
- Эффективное использование и развитие научного, технического, производственного и хозяйственного потенциала института.

= **Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России.**

В соответствии с *Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 декабря 1992 г. № 968* ФГБУ ВНИИ ГОЧС является головной научной организацией МЧС России по проблемам гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В 2002 году ВНИИ ГОЧС присвоен статус **Федерального центра науки и высоких технологий.** Учредителем института является Правительство Российской Федерации. Полномочия учредителя осуществляет МЧС России.

**Основные задачи ВНИИ ГОЧС:**

- совершенствование нормативной базы в области ГО и защиты населения и территорий при ЧС;
- реформа технического регулирования;
- безопасность критически важных и потенциально опасных объектов;
- формирование культуры безопасности жизнедеятельности;
- научно-техническое обеспечение аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- завершение создания лабораторно-экспериментальной базы.

**Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России.**

**Академий:**

- *Академия гражданской защиты МЧС России* (г. Москва),
- *Академия Государственной противопожарной службы МЧС России* (г. Москва),
- *Дальневосточная пожарно-спасательная академия* (о. Русский, г. Владивосток),
- *Ивановская пожарно-спасательная академия* Государственной противопожарной службы МЧС России (г. Иваново),
- *Сибирская пожарно-спасательная академия* государственной противопожарной службы МЧС России.

**2 Института** (Уральский и Воронежский институты ГПС МЧС России).

**Главной и основной задачей всех учебных заведений МЧС России является:**

- получение знаний и практических навыков, которые необходимы специалисту Государственной противопожарной службы;
- формирование профессионально - значимых качеств;
- совершенствование своего профессионального мастерства;
- получение курсантами учебных заведений прочных теоретических знаний и овладение практическими навыками;
- необходимыми для решения задач по предупреждению и тушению пожаров;
- проведению связанных с ними первоочередных спасательных работ;

– совершенствованию пожарной безопасности населенных пунктов и объектов различного назначения и форм собственности.

## **ВОПРОС 2. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МЧС РОССИИ**

В каком направлении идет развитие системы МЧС России, учитывая цели дальнейшего развития системы реагирования на чрезвычайные ситуации, для гарантированной доступности помощи конкретному человеку на территории РФ.

30 октября 2016 года Министр МЧС России Владимир Пучков выступил с докладом «О долгосрочных перспективах развития системы МЧС России (МЧС-2030)» на заседании Экспертного совета МЧС России. Во главу угла ставится комплексный подход к обеспечению безопасности жизнедеятельности населения. Кроме того, система гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций должна быть актуализирована в соответствии с реальными угрозами и возможными рисками с учётом региональной и локальной специфики. Требуется внедрение нового принципа: переход от оперативного реагирования к управлению рисками, профилактике и предупреждению чрезвычайных ситуаций.

### **1. Создание аэромобильной группировки сил и средств**

Для ликвидации последствий крупно-масштабных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территории Российской Федерации в соответствии с решением коллегии МЧС России от 19.02.2014 № 1 создается аэромобильная группировка сил и средств МЧС России, штатной численностью 1 тысяча 245 человек, оснащенных 72 единицами техники различного назначения и 32 плавательными средствами. Аэромобильная группировка сил и средств МЧС России сформирована на базе Учебно-спасательных центров специализированных пожарно-спасательных частей, пожарных частей по тушению крупных пожаров, Регионального поисково-спасательных отрядов МЧС России, ВУЗов МЧС России, Авиационно-спасательных центров, а также подразделений ГИМС МЧС России. Подразделения, включенные в состав группировки, предназначены для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных паводком, природными пожарами, авариями на радиационно- и химически опасных объектах, а также крупными транспортными авариями, обрушением зданий и сооружений.

### **2. Создание Единых дежурно-диспетчерских служб**

ЕДДС создаются с целью повышения готовности администрации и служб населенного пункта к реагированию на угрозу или возникновение чрезвычайных ситуаций, эффективности взаимодействия привлекаемых сил и средств городских служб при их совместных действиях по предупреждению и ликвидации ЧС.

Создание ЕДДС не отменяет существующего до ее появления в городских ДДС порядка приема от населения сообщений о происшествиях (по телефонам "01", "02", "03", "04" и других).

ЕДДС города функционирует круглосуточно и при этом должна:  
- немедленно приступать к экстренным действиям по предотвращению и (или) ликвидации ЧС после получения необходимых данных;

- самостоятельно принимать решения по защите и спасению людей (в рамках своих полномочий), если возникшая обстановка не дает возможности для согласования экстренных действий с вышестоящими органами управления. ЕДДС несет ответственность за своевременность принятия необходимых экстренных мер по защите и спасению людей, материальных и культурных ценностей.

ЕДДС города включает в себя дежурно-диспетчерский персонал, пункт управления, технические средства управления, связи и оповещения. Для приема и передачи экстренных сообщений о ЧС на территории России предусматривается использование единого телефонного номера (кода 112) доступа к ЕДДС.

### **3. Создание системы приема вызова экстренных оперативных служб по телефонному номеру 112**

В Российской Федерации традиционно действуют такие службы экстренного реагирования, как 01 - служба пожарной охраны, 02 - служба полиции, 03 - служба скорой медицинской помощи, 04 - аварийная служба газовой сети. С 1999 года созданы и функционируют единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований.

Номер 112 — это единый номер телефона, по которому гражданину можно будет осуществлять вызов всех существующих оперативных служб. 11 февраля 2013 года Президентом РФ подписан Федеральный закон РФ № 9-ФЗ, определяющий номер «112» — единым номером вызова экстренных оперативных служб для приёма сообщений о пожарах и чрезвычайных ситуациях.

#### Цели введения единого номера 112:

- поступление всех экстренных вызовов на единый диспетчерский пункт, диспетчер которого передает команду на реагирование соответствующей службе: пожарным, полиции, скорой медицинской помощи и т.д.;
- организация межведомственного взаимодействия при реагировании на вызовы экстренных оперативных служб.

В настоящее время в крупных городах и населенных пунктах Российской Федерации, имеющих важное социально-экономическое значение, в системе 112 осуществляется прием вызовов от населения, на всей остальной территории Российской Федерации систему 112 планируется развернуть в 2017 году.

### **4. Создание аппаратно-программного комплекса «Безопасный город»**

АПК «Безопасный город» - это интегрированная комплексная система, которая предназначена для обеспечения правопорядка, охраны безопасности граждан и их собственности в любом уголке современного города.

Концепция построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» утверждена распоряжением Правительства РФ в декабре 2014 года (№2446-р от 03.12.2014). Задача развития Аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» была передана МЧС России в том же году. Сегодня эта программа планируется к реализации в городах Екатеринбург, Челябинск, Тюмень, Ханты-Мансийск, Сургут,

Нижневартовск (всего 24 муниципальных образований в округе). В 2015 - 2016 годах спланирована реализация пилотных проектов «Безопасный город».

Комплекс «Безопасный город» будет представлять собой информационную систему, которая объединяет и анализирует информацию, поступающую от видеокамер и датчиков разного назначения в муниципальном образовании.

#### **5. Создание комплексных систем экстренного оповещения населения (КСЭОН).**

Задачи по заблаговременному проведению мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, оповещению, обучению населения, являются первостепенными в решении комплекса вопросов защиты населения и территорий. В настоящее время в субъектах Российской Федерации нормативными правовыми актами утверждены перечни **247** зон экстренного оповещения населения, в которые входит **580** населенных пункта, с населением **6** миллионов **490** тысяч человек.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 13 ноября 2012 г. № 1522 организовано создание **комплексных систем экстренного оповещения населения об угрозе или о возникновении чрезвычайных ситуаций**, в целях безотлагательного и гарантированного оповещения населения, находящегося в районах, подверженных быстроразвивающимся природным и техногенным чрезвычайным ситуациям.

По состоянию на 1 января 2016 года созданы зоны экстренного оповещения в Ямало-Ненецком автономном округе, Свердловской, Тюменской областях, в 2016 году спланировано создание систем экстренного оповещения в Челябинской области и Ханты-Мансийском автономном округе.

Созданные системы экстренного оповещения населения позволят обеспечить гарантированное экстренное оповещение населения в районах расположения радиационно-опасных, химически, пожароопасных объектов, зонах затопления и распространения природных пожаров, создавать условия для сокращения гибели людей и размеров причиненного ущерба.

#### **6. Система обеспечения безопасности жизнедеятельности в Арктической зоне**

**МЧС России осуществляют работы по созданию комплексной системы безопасности людей в Арктической зоне, за счет создания 10 Арктических комплексных аварийно-спасательных центров численностью 905 человек. Завершено строительство 3 Арктических комплексных аварийно-спасательных центров (Архангельск, Нарьян-Мар, Дудинка), что позволяет прикрыть около 30 % Арктической зоны Российской Федерации. Для повышения мобильности сил и средств создается авиационная группировка из 12 вертолетов типа МИ-8МТВ и 2 самолетов типа Ан-74 (Ан-148).**

На полуострове Ямал возводится арктический порт Сабетта и второй в России завод по сжижению газа. В 2016 году в Надыме начнется строительство арктического спасательного центра. Приступая к своим арктическим проектам, Россия владеет всем арсеналом средств защиты. Север – край суровый, но, в МЧС России накоплен большой опыт обеспечения безопасности людей, и развития российской экономики.

Роль МЧС России – это стабильное развитие общества и сохранение благоприятной окружающей среды, защита человека и гуманитарное содействие населению в условиях катастроф и кризисов.

МЧС России – это высокотехнологичная современная служба Российской Федерации, являющаяся главной резервной системой на случай крупномасштабных ЧС, пожаров, бедствий, своевременно оказывающая квалифицированную помощь и поддержку каждому, кто оказался в беде, и создающая условия для стабильного социально-экономического развития страны и её регионов.

В МЧС России на сегодняшний день создана эффективная современная система органов управления, сконцентрированы и применяются необходимые силы и средства, внедрены и развиваются современные технологии. Для развития этой основы необходимо повышать эффективность предупреждения, оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации, стихийные бедствия, а эта задача – ваша, уважаемые коллеги, это задача для вас, тех, кто сегодня осваивает профессию и будет в будущем ежедневно заступать на боевое дежурство, ликвидировать чрезвычайные ситуации и оказывать помощь людям.

### ТЕМА 3. Территориальные органы МЧС России

На предыдущей лекции мы разбирали, что МЧС России – федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

#### **Цели лекции:**

Ознакомиться со структурой, задачами Регионального центра по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации;

#### **В ходе лекции нами будут рассмотрены следующие вопросы:**

- 1) Региональные центры МЧС России.
- 2) Главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации.

#### **ВОПРОС № 1. Региональные центры МЧС России.**

Территориальный орган Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - МЧС России) - Региональный центр по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - Региональный центр МЧС России) предназначается для осуществления задач и функций в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

**Сокращенное наименование: Региональный центр МЧС России. (РЦ МЧС России)**

Положение о региональном центре по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий утверждено приказом МЧС России от 1 октября 2004 г. № 458.

**Региональный центр МЧС России осуществляет** в установленном порядке руководство спасательными воинскими формированиями МЧС России, подразделениями федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (далее - ФПС), Государственной инспекцией по маломерным судам МЧС России (далее - ГИМС), пожарно-спасательными, поисково-спасательными, аварийно-спасательными формированиями, центром управления в кризисных ситуациях регионального центра МЧС России, образовательными организациями МЧС России, авиационно-спасательным центром МЧС России и иными подразделениями и организациям МЧС России, подчиненными региональному центру МЧС России (далее - подчиненные подразделения), а также главными управлениями МЧС России по субъектам Российской Федерации в пределах своих полномочий.

**Региональный центр МЧС России осуществляет** свою деятельность во взаимодействии с полномочным представителем Президента Российской Федерации в соответствующем федеральном округе Российской Федерации, территориальными органами федеральных органов исполнительной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, общественными объединениями и организациями.

**Структура и штатное расписание регионального центра МЧС России** утверждаются Министром Российской Федерации по делам гражданской обороны,

чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - Министр).

**Основные задачи РЦ МЧС России:**

- реализация в пределах своей компетенции государственной политики в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;
- осуществление в пределах своей компетенции управления в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;
- осуществление в пределах своей компетенции деятельности по организации и ведению гражданской обороны, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах, а также экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях федерального уровня.

Территориальные органы МЧС России включают в себя 4 региональных центра, а в составе региональных центров – 82 Главных Управлений по субъектам РФ:

- Центральный (г. Москва);
- Северо-Западный (г. Санкт Петербург);
- Южный (г. Ростов на Дону);
- Сибирский (г. Красноярск);

**Региональный центр МЧС России** состоит из:

- Управления (Руководства) регионального центра
- Центр управления в кризисных ситуациях Уральского регионального центра МЧС России. (ЦУКС РЦ).
- Главные управления по делам ГО и ЧС МЧС России
- ФГКУ «Уральский учебно - спасательного центра МЧС России» (п. Новогорный, Челябинской области);
- ФГКУ «Уральский региональный поисково-спасательный отряд МЧС России» (г. Екатеринбург);
- ФГБУ «Авиационно-спасательный центр» (УАСЦ МЧС России, г. Екатеринбург);
- Подразделений Федеральной противопожарной службы МЧС России (УФО).

**Руководство регионального центра МЧС России:**

- Начальник регионального центра МЧС России;
- Первый заместитель начальника регионального центра МЧС России;
- Заместитель начальника регионального центра (по Государственной противопожарной службе);
- Заместитель начальника регионального центра (по защите, мониторингу и предупреждению чрезвычайных ситуаций);
- Заместитель начальника регионального центра (по антитеррористической деятельности и оперативному планированию);
- Заместитель начальника регионального центра (по авиации);
- Заместителя руководителя территориального органа;
- Помощник начальника регионального центра.

*Начальника физической подготовки и спорта. Управление регионального центра состоит из:*

3 управлений, 8 отделов, 2 отделений, 1 группы.



**Региональный центр МЧС России возглавляет начальник, назначаемый на должность и освобождаемый от должности Президентом Российской Федерации по представлению Министра.**

Начальник регионального центра МЧС России подчиняется Министру.

**Основными управлениями являются:**

- Управление (гражданской защиты);
- Управление (пожарно-спасательных сил и специальных формирований);
- Управление (материально-технического обеспечения).

**Основными отделами являются:**

- Организационно-мобилизационный отдел и комплектования;
- Информационных технологий, автоматизированных систем управления и связи;
- Авиации и авиационно-спасательных технологий;
- По вопросам противодействия коррупции;
- По защите государственной тайны;
- Финансово-экономический;
- Административной работы и правовой деятельности.

**Основными отделениями и группами являются:**

- Информационного обеспечения деятельности (Пресс-служба);
- Контрактной работы;
- Финансового аудита.

**Главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации Уральского федерального округа:**

- Главное управление МЧС России по Курганской области;
- Главное управление МЧС России по Свердловской области;
- Главное управление МЧС России по Тюменской области;
- Главное управление МЧС России по Челябинской области;
- Главное управление МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре;
- Главное управление МЧС России Ямало-Ненецкому автономному округу.

**ФКУ «Центр управления в кризисных ситуациях Уральского регионального центра МЧС России» (ЦУКС РЦ г. Екатеринбург).**

**ЦУКС предназначен для**

- специальных управленческих функций в области повседневного управления РСЧС;
- осуществления оперативного управления дежурными силами и средствами в Уральском федеральном округе РФ (далее - УрФО);
- сбора и обработки информации о чрезвычайных ситуациях и о ходе проведения аварийно-спасательных работ при их ликвидации;
- решения задач по обеспечению всеми видами связи (спутниковой, тропосферной, радио, проводной) при возникновении и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- управления гражданской обороной, контроля за ее состоянием и готовностью.

**Штатная численность составляет –176 чел.**

**ФГКУ «Уральский учебно - спасательного центра МЧС России» (п. Новогорный, Челябинской области).**

**Уральский УСЦ МЧС России предназначен для:**

- участия в мероприятиях по предупреждению и ликвидации ЧС, а также в обучении населения в области гражданской обороны;
- ведение радиационной, химической и неспецифической бактериологической (биологической) разведки в зонах ЧС, а также на маршрутах выдвижения к ним;
- участие в проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ по оперативной локализации и ликвидации ЧС природного и техногенного характера на территории Российской Федерации;
- участие в проведении пиротехнических работ, связанных с обезвреживанием авиационных бомб и фугасов, а также в гуманитарном разминировании;
- участие в проведении работ по санитарной обработке населения, обеззараживанию зданий и сооружений, специальной обработке техники, имущества и территорий;
- участие в доставке грузов, перевозимых в зоны ЧС, в том числе в качестве гуманитарной помощи иностранным государствам;
- участие в обеспечении пострадавшего населения продовольствием, водой, предметами первой необходимости, другими материальными средствами и услугами, жилыми помещениями для временного проживания, а также в оказании пострадавшему населению первой помощи;
- участие в мероприятиях по эвакуации населения, материальных и культурных ценностей из зон чрезвычайных ситуаций;
- участие в проведении работ по восстановлению объектов жизнеобеспечения населения.

Штатная численность УСЦ составляет - 588 человек.

**Основными задачами являются:**

- ликвидация ЧС на Белоярской АЭС
- ликвидация ЧС на НПО «Маяк»
- принятие участия в ликвидации ЧС по решению начальника регионального центра.

**Уральский региональный поисково-спасательный отряд МЧС России» (г. Екатеринбург)**

Предназначен для:

- оперативного реагирования на ЧС природного и техногенного характера;
- проведение работ по их ликвидации, направленных на спасение жизни и сохранение здоровья людей;
- спасение материальных и культурных ценностей;
- снижение размеров ущерба природной среде.

Штатная численность УРПСО составляет - 146 человек.

На вооружении находится:

- Транспортные средства повышенной проходимости (снегоходы, прицепы, и т.д.);
- Плав. средства;
- Спасательное электро, пневмо ,гидро-, газорезательное механическое оборудование;
- Средства связи, оповещения и навигации;
- Горное и альпинистское снаряжение;

- Групповое водолазное снаряжение;
- Средства обнаружения пострадавших;
- Средства Радиационного и химического контроля;
- Сигнальные средства и другие.

**Основными задачами являются:**

- круглосуточное поддержание постоянной готовности спасателей (спасательного оборудования, снаряжения, средств транспорта, связи и жизнеобеспечения к оперативному реагированию на ЧС, аварии, происшествия и проведению работ по их ликвидации;
- организация и проведение в установленном порядке поисково-спасательных, аварийных и других работ;
- оказание медицинской помощи пострадавшим;
- проведение аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров в зоне ЧС;
- эвакуация пострадавших и материальных ценностей из зоны ЧС;
- проведение по заданиям МЧС России опытной эксплуатации и испытаний новых образцов аварийно-спасательных средств;
- участие в установленном порядке в международном сотрудничестве в области предупреждения и ликвидации ЧС и обеспечения безопасности людей на водных объектах.

**ФГБУ «Авиационно-спасательный центр» (УРЦ МЧС России, г. Екатеринбург, ул. Большакова, 11 а).**

**Главные задачи, которые выполняют все авиационно-спасательные центры МЧС России, являются:**

- дежурство по ЧС;
- десантирование (перевозка) спасателей (грузов);
- десантирование парашютистов-спасателей;
- десантирование спасателей с помощью спусковых устройств (СУ-Р);
- выполнение поисково-спасательных и эвакуационных работ;
- ликвидация разливов нефтепродуктов с применением ВОП;
- тушение пожаров с применением водосливного устройства (ВСУ-5А);
- ведение воздушной разведки;
- наведение вертолетов (самолетов) и поисковых наземных групп на заданные объекты;
- обеспечение управления и связи с поисково-спасательными группами;
- выполнение воздушных разведок, таких как: инженерная разведка местности; радиационная; химическая; разведка объектов на местности, а также разведка погоды.

Штатная численность составляет 148 человек, 3 вертолета Ми-8 (9 экипажей). Сроки готовности к вылету – 20 минут круглосуточно. Место базирования вертолетов аэропорт «Кольцово» (г. Екатеринбург).

**Подразделения Федеральной противопожарной службы МЧС России (УРЦ МЧС России).**

В соответствии с Федеральным законом от 21.12.1994 № 69-ФЗ и приказом МЧС России от 05.05.2008 года № 240 на территории Уральского федерального округа создано 6 территориальных и 85 местных пожарно-спасательных гарнизонов, в их составе 2829

подразделений пожарной охраны, из них: **185** подразделений частной пожарной охраны и **1331** подразделение ДПО.

Численность подразделений пожарной охраны всех видов составляет **61223** человека личного состава, в том числе **4134** частной пожарной охраны и **23729** ДПО.

На вооружении подразделений пожарной охраны имеется **4963** единиц основной и специальной пожарной техники.

**Основными задачами пожарной охраны являются:**

- организация и осуществление профилактики пожаров;
- спасение людей и имущества при пожарах, оказание первой помощи;
- организация и осуществление тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ.

**ФГБОУ ВО «Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России» (ФГБОУ УРИГПС МЧС России, г. Екатеринбург).**

Штатная численность составляет – 1490 человек.

**Основными задачами являются:**

- получение знаний и практических навыков, которые необходимы специалисту Государственной противопожарной службы;
- формирование профессионально - значимых качеств;
- совершенствование своего профессионального мастерства;
- получение курсантами учебных заведений прочных теоретических знаний и овладение практическими навыками;
- необходимыми для решения задач по предупреждению и тушению пожаров;
- проведению связанных с ними первоочередных спасательных работ;
- совершенствованию пожарной безопасности населенных пунктов и объектов различного назначения и форм собственности.

**Краткая характеристика Уральского федерального округа**

**Уральский федеральный округ** - административно-территориальное образование в Уральской части России, образованное в соответствии с указом Президента Российской Федерации от **13 мая 2000 г № 849**.

В состав территории Уральского федерального округа входит **6** субъектов Российской Федерации – Курганская, Свердловская, Челябинская, Тюменская области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа.

**Федеральный округ граничит:**

на севере с Республикой Коми, Ненецким автономным округом, омывается на севере Карским морем;

на востоке с Красноярским краем, Томской и Омской областями;

на юге по государственной границе с Республикой Казахстан;

на западе с Оренбургской областью, Республикой Башкортостан и Пермским краем.

Федеральный округ имеет государственную сухопутную границу с Республикой Казахстан протяжённостью **1465,1** километров (Курганская, Тюменская, Челябинская области).

Площадь территории субъектов Российской Федерации, входящих в Уральский федеральный округ составляет **1 миллион 819** тысяч квадратных километров, что составляет около 10 % площади территории Российской Федерации.

**Площадь территории и количество населения субъектов Российской Федерации Уральского федерального округа**

№	Субъект РФ	Площадь территории, тыс. кв. км.	Количество населения, тыс. чел.	Городское, тыс. чел.	Сельское, тыс. чел.
1.	Курганская область	71,49	885,759	537,681	348,078
2.	Свердловская область	194,80	4315,830	3628,452	687,378
3.	Челябинская область	88,53	3485,272	2865,583	619,683
4.	Тюменская область	160,10	1385,008	860,041	524,967
5.	Ханты-Мансийский АО	534,80	1584,063	1454,692	129,371
6.	Ямало-Ненецкий АО	769,30	541,612	453,680	87,932
7.	УрФО	1819,02	12197,544	9800,129	2397,415

Численность населения Уральского федерального округа составляет **12 миллионов 197,5 тысяч человек**

(8,5 % от общей численности населения России), из них городских жителей **9 миллионов 800 тысяч человек** (80,3 %), сельских жителей **2 миллиона 397,4 тысяч человек** (19,6 %).

Административно-территориальное деление субъектов Российской Федерации Уральского федерального округа, обусловлено созданием на его территории в соответствии с требованиями Федерального закона от 06.10.2003 г. № 131 ФЗ **1364** органа местного самоуправления, осуществляющего местное самоуправление в **5774** населенных пунктах.

Центром федерального округа является город Екатеринбург.

Самые крупные города округа с населением более одного миллиона человек — Екатеринбург и Челябинск.

Кроме того, на территории Свердловской и Челябинской областей расположено **7** закрытых административно-территориальных образований с населением численностью **344,6** тысячи человек.

**Сведения о количестве закрытых административно-территориальных образований**

№	Наименование Субъекта РФ	ЗАО	Характер производства	Численность населения, тыс. человек
1.	Свердловская область	Свободный	Размещение ракетных войск	16,6
2.		Новоуральск	Атомная промышленность	98,7

3.		Лесной	Производство ядерного оружия	57,7
4.		Уральский	Размещение ракетных войск	2,8
5.		Трехгорный	Размещение ракетных войск	31,5
6.	Челябинская область	Озерск	Производство ядерного оружия	88,2
7.		Снежинск	Производство ядерного оружия	49,1

**Географические и климатические особенности территории УрФО, влияющие на формирование источников чрезвычайных ситуаций**

**Уральские горы** – горная система, расположенная между Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнинами, длиной более **2000** километров, шириной от **40 до 150** километров.

По характеру рельефа горная полоса Урала делится на Полярный, Приполярный, Северный, Средний Урал и Южный Урал.

**Климат Уральского региона** отличается резкими перепадами и изменениями температурно-климатического характера:

Весна продолжается в среднем 1,5-2 месяца.

Лето начинается с окончанием заморозков на юге территории в начале мая, на севере – в конце мая. Самый теплый месяц – июль.

Осень наступает с появлением первых заморозков на севере территории в начале сентября, на юге – в конце ноября.

Зима наступает на севере территории в сентябре-октябре, с образованием устойчивого снежного покрова, на юге и в центральной части – в ноябре.

**Уральский регион характеризуется обширной гидрографической сетью: на территории Уральского федерального округа протекает более 30 тыс. рек и расположено более 6 тыс. озер.**

Основными судоходными реками региона являются: Обь, Иртыш, Тобол, Ишим, Тура, Сосьва, Тавда.

Все реки и водохранилища зимой замерзают. Устойчивый ледостав наблюдается в середине декабря. Толщина льда достигает **50-60** см и более. Вскрытие рек начинается в первой половине апреля.

В настоящее время на учете в управлениях Ростехнадзора состоит **1054** гидротехнических сооружений (плотины прудов и водохранилищ, сооружения, предназначенные для защиты от наводнений, хранилища жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных организаций, плотины промышленных предприятий, объектов энергетики и др.).

**Вывод:**

Созданная структура органов управления РЦ МЧС России, группировка сил - позволяет осуществлять устойчивое управление при проведении мероприятий по гражданской обороне, предупреждению чрезвычайных ситуаций, экстренному реагированию, профилактике и тушению пожаров.

## **ВОПРОС № 2. Главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации**

В системе МЧС России имеется **85** Главных Управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, при этом главные управления МЧС России по городу Москве, Республике Крым и городу Севастополь являются самостоятельными территориальными органами.

Территориальный орган МЧС России - орган, специально уполномоченный решать задачи в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

Положение о Главном управлении Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъекту Российской Федерации утверждено приказом МЧС России № 372 от 6 августа 2004 г. (ГУ ГО и ЧС)

Главное управление МЧС России осуществляет в установленном порядке руководство подразделениями Государственной противопожарной службы МЧС России, Государственной инспекции по маломерным судам МЧС России, пожарно-спасательными, поисково-спасательными, аварийно-спасательными формированиями и иными подразделениями и организациями МЧС России, дислоцированными на территории соответствующего субъекта Российской Федерации.

**Главное управление МЧС России** состоит из:

- Управление (Руководства) Главного управления МЧС России по Свердловской области (г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 8а);
- ФКУ «Центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по Свердловской области» (ЦУКС МЧС России г. Екатеринбург);
- Подразделений Федеральной противопожарной службы МЧС России по Свердловской области.

**Основными задачами Главного управления МЧС России являются:**

- реализация государственной политики в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на территории субъекта Российской Федерации в пределах установленных полномочий;
- осуществление управления в пределах своей компетенции в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;
- осуществление в установленном порядке надзорных и контрольных функций в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на территории субъекта Российской Федерации;
- осуществление деятельности в пределах своей компетенции по организации и ведению гражданской обороны, экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях, в том числе по чрезвычайному гуманитарному реагированию, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах на территории субъекта Российской Федерации.

**Руководство ГУ МЧС России:**

Главное управление МЧС России возглавляет начальник Главного управления МЧС России (далее - начальник Главного управления) одновременно по занимаемой должности

являющийся главным государственным инспектором субъекта Российской Федерации по пожарному надзору.

Начальник Главного управления назначается на должность и освобождается от должности в установленном законодательством Российской Федерации порядке. Начальник ГУ имеет **6** заместителей:

- *Первый заместитель начальника Главного управления МЧС России по Свердловской области;*
- *Заместитель начальника главного управления (по антикризисному управлению);*
- *Заместитель начальника главного управления (по государственной противопожарной службе);*
- *Заместитель начальника главного управления (по защите, мониторингу и предупреждению чрезвычайных ситуаций);*
- *2 Заместителя руководителя территориального органа.*

В состав Главного управления регионального центра входят **4** управления, а также **10** отделов, **2** отделения.

**Основными управлениями являются:**

- Управление надзорной деятельности и профилактической работе;
- Управление (гражданской защиты);
- Управление (организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ);
- Управление (материально-технического обеспечения).

**Основными отделами являются:**

- Отдел оперативного планирования;
- Организационно-мобилизационный отдел;
- Отдел кадров, воспитательной работы, профессиональной подготовки и психологического обеспечения;
- Финансово-экономическое отдел;
- Отдел безопасности на водных объектах;
- Информационных технологий, автоматизированных систем управления и связи;
- Информационного обеспечения деятельности (Пресс-служба);
- По защите государственной тайны;
- Юридический;
- Контрольно-ревизионный.

**Основными отделениями являются:**

- Контрактной работы;
- Документооборота.

**ФКУ «Центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по Свердловской области» (ЦУКС МЧС России)**

**ЦУКС предназначен для**

- специальных управленческих функций в области повседневного управления РСЧС;
- осуществления оперативного управления дежурными силами и средствами Свердловской области;



- сбора и обработки информации о чрезвычайных ситуациях и о ходе проведения аварийно-спасательных работ при их ликвидации;
- решения задач по обеспечению всеми видами связи (спутниковой, тропосферной, радио, проводной) при возникновении и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- управления гражданской обороной, контроля за ее состоянием и готовностью.

#### **Основными задачами ЦУКС являются:**

В соответствии с заключенными соглашениями о взаимодействии на случай возникновения чрезвычайных ситуаций, осуществляется информационный обмен между ЦУКС ГУ и ЕДДС муниципальных образований.

Штатная численность составляет – 209 человек.

#### **Подразделений Федеральной противопожарной службы МЧС России по Свердловской области.**

Всего в Свердловской области имеется 17 ОФПС и 44 ПЧ, в г. Екатеринбурге имеется два ОФПС (1ОФПС (5 ПЧ) и 60 ОФПС (4 ПЧ)

Общая штатная численность составляет – 5869 человек.

#### **Общие сведения о Свердловской области**

Свердловская область в современных границах образована в январе 1934 года. Это самая большая область Уральского экономического района, она расположена на территории Среднего и Северного Урала и на примыкающей к Уралу части Западно-Сибирской равнины. Площадь территории **194,3** тыс. кв. км. Ее протяженность с запада на восток – **450** км, а с севера на юг - **600** км. Граничит с республиками Коми, Башкортостан, областями Челябинской, Курганской и Свердловской, Пермским краем.

Около 1/8 территории Свердловской области приходится на Горный Урал.

Для равнин Свердловской области характерны таежные и лесостепные ландшафты с преобладанием сосново-еловых лесов на севере, сосново-березовых — на юго-востоке и европейских широколиственно-еловых и березово-дубовых лесов на юго-западе.

**Климат** Свердловской области отличается резкими перепадами и изменениями температурно-климатического характера, в Свердловской области климат резко-континентальный, средняя температура в весенне-летний пожароопасный период **15-28 °С**.

Снежный покров разрушается в марте-мае. Высота снежного покрова достигает **от 20-30 см** на юге, до **70-80 см** и более на севере

Главными водными артериями области являются реки: Тавда, Тура, Сосьва, Исеть.

Наиболее крупными водохранилищами являются: Белоярское, Рефтинское, Верхнемакарьевское, Волчихинское.

Основными судоходными реками региона являются: Сосьва, Тавда.

#### **Административное деление, население и населенные пункты округа**

Численность населения Свердловской области составляет **4328942** человек (3 % от общей численности населения России), из них городских жителей – 83,97 %, сельских – 16,03 %.

В соответствии с административно-территориальным делением Свердловской области, на её территории в соответствии с требованиями Федерального закона от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ создано **1351** органов местного самоуправления.

Область административно состоит из **30** районов, **25** городов, **4** закрытых административно-территориальных образований, объединённых в **73 муниципальных**

образования (68 городских округов и 5 муниципальных районов).

**Центром Свердловской области является город Екатеринбург с населением более 1,4 миллиона человек.**

Численность - населения по состоянию на 1. 01. 2016г. составила **4646,4** тыс. человек, в том числе городского **4064,8** тыс. человек и сельского **515,6** тыс. человек

Свердловская область относится к регионам с высоким инвестиционным потенциалом (3,3% от общероссийского) и умеренным риском, занимая среди регионов страны третье место по промышленному производству, пятое место по налоговым платежам в федеральный бюджет, девятую позицию по объемам сельскохозяйственного производства.

**Вывод:**

МЧС России – это высокотехнологичная современная служба Российской Федерации, являющаяся главной резервной системой на случай крупномасштабных ЧС, пожаров, бедствий, своевременно оказывающая квалифицированную помощь и поддержку каждому, кто оказался в беде, и создающая условия для стабильного социально-экономического развития страны и её регионов.

## **ТЕМА № 4. История создания, становления и перспективы развития гражданской обороны в российской федерации**

Сегодня мы с вами проводим занятие на тему:

«История создания, становления и перспективы развития гражданской обороны в Российской Федерации»

### **Целью данной лекции является:**

Ознакомить Вас с краткой историей создания и становления гражданской обороны. Раскрыть понятия: гражданская оборона, её задачи, организационная структура и перспективами развития гражданской обороны.

### **В ходе лекции нами будут рассмотрены следующие вопросы:**

- 1) История создания и становления гражданской обороны.
- 2) Структура, руководство, полномочия и силы гражданской обороны.
- 3) Перспективные направления развития гражданской обороны.
- 4) Порядок приведения гражданской обороны в высшие степени готовности.

Основные мероприятия.

- 5) Действия населения по сигналам гражданской обороны.

## **ВВЕДЕНИЕ.**

В своей внешней политике руководство Российского государства выступая с реальной программой спасения человечества от ядерной угрозы, предложило конкретные меры по развитию международных отношений на принципах равенства, всеобщей безопасности и уважения суверенитета всех стран.

За период, прошедший после 2-й мировой войны, руководство нашего государства внесло более ста мирных предложений, в том числе, предложение о всеобщем и полном разоружении под строгим международным контролем и развернутую программу ликвидации ядерного оружия к концу нынешнего века, уничтожение химического оружия и глубоких сокращений обычного оружия.

Однако в мире имеются силы, стремящиеся сломать военно-стратегический паритет, достичь ядерного превосходства и вести политику с позиции сил. В этих условиях руководителями Российской Федерации предпринимают меры по быстрейшему наращиванию экономического потенциала, поддержанию на должном уровне обороноспособности страны.

Большое внимание уделяется также укреплению и совершенствованию Гражданской обороны Российской Федерации, перестройке ее деятельности. Опыт ликвидации последствий аварий на Чернобыльской АЭС и землетрясений в Армении и на о. Сахалин показали необходимость повышения мобильности и готовности сил ГО, уделению большого внимания качеству обучения и подготовки невоенизированных формирований действиям при авариях, катастрофах и стихийных бедствиях, оснащению их современными приборами и техникой.

**Гражданская оборона страны призвана обеспечить защиту населения от действия оружия массового поражения (ОМП), устойчивую работу в военное время промышленности и сельского хозяйства, а также быстрейшую ликвидацию последствий применения противником ОМП.**

## **Вопрос № 1. История создания и становления гражданской обороны.**

В первые годы становления Советской власти начался закладываться фундамент гражданской обороны.

Первые мероприятия МПВО были осуществлены в Петрограде в марте 1918 года после первой воздушной бомбардировки города немецкой авиацией.

Опираясь на опыт гражданской войны и растущее военное значение авиации, Советское правительство начиная с 1925 года издало ряд постановлений, направленных на создание и укрепление ПВО страны.

В 1926 году Совет Труда и Оборона СССР (СТО СССР) издал постановление обязывающее проведение мероприятий по ПВО на железных дорогах в пределах угрожаемой зоны. В частности, при Ж/Д станциях должны были строиться убежища и создаваться специальные формирования ПВО и противохимической защиты.

Общее руководство мероприятиями ПВО было возложено на Наркомат по военным и морским делам.

Организацией обучения населения защите от воздушного и химического нападения занимался главным образом Союз общества Красного Креста и Красного Полумесяца (СОКК и КП).

4 октября 1932 года Совет Народных Комиссаров утвердил новое Положение о ПВО Союза ССР, согласно которому местная ПВО была выделена в самостоятельную составную часть всей системы ПВО Советского государства. С этой даты принято отсчитывать начало существования общесоюзной МПВО, преемницей которой стала Гражданская оборона СССР.

В октябре 1940 года постановлением Совнаркома система МПВО была передана в ведение Народного Комиссариата внутренних дел.

В годы Великой Отечественной войны МПВО накопила богатый опыт организации защиты населения от ударов противника с воздуха и ликвидации их последствий.

МПВО успешно справилась со своими задачами: -затруднить поражение целей в городах и народнохозяйственных объектов; обеспечить защиту граждан и оказать помощь пострадавшим; проводить аварийно-восстановительные работы в очагах поражения; повышать устойчивость функционирования предприятий, коммунально-энергетических сетей.

В послевоенный период, опираясь на богатый опыт Великой Отечественной войны, МПВО неуклонно продолжала совершенствоваться. В 1946-1961 гг. шел поиск эффективных путей защиты населения и объектов народного хозяйства на случай применения вероятным противником ОМП

В 1961 году утверждено Положение о Гражданской обороне СССР, в соответствии с которым закрепился территориально-производственный принцип ее строительства.

Были пересмотрены основные взгляды и положения, касающиеся проблем защиты населения, повышения функционирования предприятий в военное время.

Гражданская оборона стала преемницей, прямой наследницей МПВО.

С сентября 1974 года непосредственное руководство системой ГО вновь, как и в 30-е годы, было передано военному ведомству. Данное решение позволило поднять развитие ГО на более высокую ступень, обеспечило более эффективное руководство его на всех уровнях территориальных военных органов управления, министерств и ведомств.

С декабря 1990 года система Гражданской обороны вышла на очередной этап развития. С созданием Российского корпуса спасателей, преобразованного в последующем в Государственный комитет РСФСР по чрезвычайным ситуациям при Президенте Российской Федерации, а затем в Государственный комитет по делам Гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Гражданская оборона органически влилась в создаваемую Российскую систему предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях (РСЧС).

**Гражданская оборона** – система мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при военных конфликтах или в следствии военных конфликтов, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Гражданская оборона Российской Федерации является составной частью системы общегосударственных оборонных мероприятий, проводимых в мирное время для защиты населения и народного хозяйства страны от оружия массового поражения, и других современных средств нападения противника, а также для проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в очагах поражения и зонах катастрофического затопления.

Свое предназначение Гражданская оборона призвана осуществлять вместе с вооруженными силами РФ. Проводя оборонительные мероприятия, Гражданская оборона должна обеспечивать максимальное ослабление воздействия оружия противника в случаях применения его по городам, промышленным предприятиям, железнодорожным узлам и другим важным объектам.

Опыт многочисленных учений ГО, проведенных на объектах народного хозяйства, данные научных исследований свидетельствуют о том, что при хорошей постановке Гражданской обороны, умелом осуществлении комплекса мероприятий по защите населения и объектов народного хозяйства страны можно добиться значительного снижения губительных последствий применения противником средств массового поражения.

Гражданская оборона Российской Федерации организуется таким образом, чтобы было возможно практически осуществить ее мероприятия во всех необходимых случаях немедленно и в полном объеме в соответствии с обстановкой.

До 1987 г. усилия ГО в основном были направлены на осуществление оборонных, экономических и социальных мероприятий в целях защиты населения и национального достояния от последствий применения возможным противником современных средств поражения. Это понимание ГО полностью соответствовало международному праву, которое определяет ее как выполнение гуманитарных задач по защите гражданского населения от последствий военных действий и стихийных бедствий, аварий, катастроф, а также созданию условий для его выживания.

Статус Гражданской обороны был установлен Дополнительным протоколом № 1 к Женевским конвенциям о защите жертв войн, ратифицированным Верховным Советом СССР в августе 1989 года.

Структура Гражданской обороны была достаточно совершенной, о чем свидетельствует ее оценка многочисленными зарубежными экспертами, посетившими нашу страну в последние годы (США, Канады, Швеции, Финляндии, Германии, Италии, Швейцарии и др.).

В то же время, действия Гражданской обороны в крупномасштабных ситуациях мирного времени (Чернобыль, о. Сахалин и др.) показали ее недостаточную эффективность. Поэтому с 1987 года на ГО возложены задачи ликвидации чрезвычайных ситуаций в мирное время.

**Таким образом, на данном этапе на ГО возложены следующие задачи:**

1. Защита населения и национального достояния страны от опасностей, возникающих при военных действиях.
2. Оповещение населения об угрозе жизни и здоровья людей и о порядке действий в сложившейся обстановке.
3. Защита водоисточников и систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, продовольствия, пищевого сырья, животных и растений при чрезвычайных ситуациях.
4. Проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в очагах поражения.

5. Первоочередное жизнеобеспечение пострадавшего населения.
6. Участие в разработке и осуществлении мер, направленных на повышение устойчивости функционирования отраслей народного хозяйства, предприятий, учреждений и организаций в военное время.
7. Создание и поддержание в готовности систем управления, сил и средств ГО.
8. Мобилизационная подготовка Гражданской обороны.
9. Подготовка руководящего состава, органов управления и сил ГО, обучение населения по вопросам Гражданской обороны.

**В начале 1998** года вступил в действие Федеральный закон Российской Федерации № 28-ФЗ «О Гражданской обороне». Впервые в истории России проблемы гражданской обороны были регламентированы законодательным актом.

Данным законом было закреплено 15 основных задач в области гражданской обороны:

- 1) обучение населения в области гражданской обороны;
- 2) оповещение населения об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- 3) эвакуация населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы;
- 4) предоставление населению убежищ и средств индивидуальной защиты;
- 5) проведение мероприятий по световой маскировке и другим видам маскировки;
- 6) проведение аварийно-спасательных работ в случае возникновения опасностей для населения при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также вследствие чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- 7) первоочередное обеспечение населения, пострадавшего при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, в том числе медицинское обслуживание, оказание первой помощи, срочное предоставление жилья и принятие других необходимых мер;
- 8) борьба с пожарами, возникшими при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов;
- 9) обнаружение и обозначение районов, подвергшихся радиоактивному, химическому, биологическому и иному заражению;
- 10) санитарная обработка населения, обеззараживание зданий и сооружений, специальная обработка техники и территорий;
- 11) восстановление и поддержание порядка в районах, пострадавших при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также вследствие чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- 12) срочное восстановление функционирования необходимых коммунальных служб в военное время;
- 13) срочное захоронение трупов в военное время;
- 14) разработка и осуществление мер, направленных на сохранение объектов, необходимых для устойчивого функционирования экономики и выживания населения в военное время;
- 15) обеспечение постоянной готовности сил и средств гражданской обороны.

Это дало **возможность** приступить к дальнейшей реорганизации гражданской обороны страны в целях повышения её готовности к защите населения и территорий от опасностей, возникающих при ведении современных войн, а также при чрезвычайных ситуациях различного характера в мирное время.

Силы и средства гражданской обороны неоднократно использовались при возникновении крупномасштабных чрезвычайных ситуаций. Так, когда **в ноябре 2005 года** в китайской провинции Цзилинь произошла серия взрывов на химической фабрике, в

результате которых в реку Сунгари вылилось около 100 тонн опасных веществ (в основном, бензола и нитробензола) и 16 декабря пятно достигло Амура, для выполнения задач мониторинга была мобилизована практически вся сеть наблюдения и лабораторного контроля Хабаровского края. В первую очередь, были задействованы наиболее универсальные лаборатории «Водоканала», «ХабЭнерго» и ДВО РАН. С целью недопущения трансграничного переноса опасных химических веществ к водозаборам поселений и главному водозабору питьевого водоснабжения Хабаровска были развернуты гидротехнические работы. Для этого совместно с китайскими специалистами была перекрыта дамбой протока Казакевича, что исключило попадание загрязненных вод в Амурскую протоку и далее – на водозаборы Хабаровска. Была также перекрыта протока Пензенская и чистые амурские воды пошли ближе к Хабаровску и разбавили загрязненные.

Все водозаборы Хабаровска, Комсомольска-на-Амуре, Амурска и Николаевска-на-Амуре были переведены на работу на активированном угле. Технологии и оборудование очистных сооружений хабаровского «Водоканала» были подготовлены для нейтрализации нитробензолов при уровнях от двух ПДК. В дальнейшем превышения концентрации опасных веществ не зафиксировано, питьевая вода в системах водоснабжения отвечала санитарным нормам.

**В ноябре 2007 года** постановлением Правительства Российской Федерации РФ от 26 ноября 2007 г. № 804 было утверждено «Положение о гражданской обороне Российской Федерации», которое определило порядок подготовки к ведению и порядок ведения гражданской обороны в Российской Федерации, а также основные мероприятия гражданской обороны, направленные на выполнение задач гражданской обороны.

Реализация комплекса мероприятий по совершенствованию гражданской обороны позволила **в августе 2008 года** силами гражданской обороны эффективно осуществить гуманитарную операцию по оказанию помощи населению Южной Осетии, пострадавшему от агрессии Грузии. В результате из зоны конфликта было эвакуировано более 37 тыс. человек, были развернуты стационарные пункты временного размещения на шесть тысяч человек. Для оказания помощи пострадавшим в зону конфликта в течение трех первых суток было доставлено 11500 тонн гуманитарного груза.

Сотни специалистов ликвидировали последствия катастрофы на Саяно-Шушенской ГЭС **в 2009 году**.

**В период жаркого лета 2010 года** силы Гражданской обороны, включая спасательные воинские формирования, приняли непосредственное участие в ликвидации крупных природных и лесных пожаров, показав на практике свои возможности по эффективному выполнению поставленных задач.

**В марте 2011 года** в связи со сложной обстановкой на японских АЭС, включая аварию на «Фукусиме», была развернута сеть наблюдения и лабораторного контроля для ведения мониторинга радиационной обстановки на Дальнем Востоке.

Впервые за всю историю российские спасатели действовали на территории США, оказывая помощь населению. Гуманитарные грузы были доставлены в Америку и тогда, когда разбушевалась «Сэнди» (2012), и во время торнадо, обрушившегося на Оклахому (2013).

**В 2014 году** наводнения в Крымске и на Дальнем Востоке.

**В 2015 и 2016 годах гуманитарные конвои идут в Луганскую и Донецкую области.**

Все трудно перечислить. И везде на переднем крае – спасатели МЧС, наследники славы МПВО и войск гражданской обороны.

## **ВОПРОС № 2. Структура, руководство, полномочия и силы гражданской обороны.**

### **Структура Гражданской обороны:**

- Руководство гражданской обороной;
- Органы управления гражданской обороной;
- Силы гражданской обороны.

### **Руководство гражданской обороной**

1. Руководство гражданской обороной в Российской Федерации осуществляет **Правительство Российской Федерации**.

1.1. Государственную политику в области гражданской обороны осуществляет федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный Президентом Российской Федерации на решение задач в области гражданской обороны (**МЧС РФ**).

2. Руководство гражданской обороной в федеральных органах исполнительной власти и организациях осуществляют их **руководители**.

3. Руководство гражданской обороной на территориях субъектов Российской Федерации и муниципальных образований осуществляют соответственно **главы органов исполнительной власти субъектов** Российской Федерации и **руководители органов местного самоуправления**.

4. Руководители федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций **несут персональную ответственность** за организацию и проведение мероприятий по гражданской обороне и защите населения.

### **Полномочия Президента Российской Федерации**

#### ***Президент Российской Федерации:***

- определяет основные направления единой государственной политики в области гражданской обороны;
- утверждает План гражданской обороны и защиты населения Российской Федерации;
- вводит в действие План гражданской обороны и защиты населения Российской Федерации на территории Российской Федерации или в отдельных ее местностях в полном объеме или частично;
- утверждает структуру, состав спасательных воинских формирований федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области гражданской обороны, штатную численность военнослужащих и гражданского персонала указанных воинских формирований и положение о спасательных воинских формированиях федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области гражданской обороны;
- осуществляет иные полномочия в области гражданской обороны в соответствии с законодательством Российской Федерации.

### **Полномочия Правительства Российской Федерации**

#### ***Правительство Российской Федерации:***

- обеспечивает проведение единой государственной политики в области гражданской обороны;
- руководит организацией и ведением гражданской обороны;
- издает нормативные правовые акты в области гражданской обороны и организует разработку проектов федеральных законов в области гражданской обороны;
- определяет порядок отнесения территорий к группам по гражданской



обороне в зависимости от количества проживающего на них населения и наличия организаций, играющих существенную роль в экономике государства или влияющих на безопасность населения, а также организаций - к категориям по гражданской обороне в зависимости от роли в экономике государства или влияния на безопасность населения;

- определяет порядок эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы;
- определяет порядок подготовки населения в области гражданской обороны;
- определяет порядок создания убежищ и иных объектов гражданской обороны, а также порядок накопления, хранения и использования в целях гражданской обороны запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств;
- определяет порядок приведения в готовность гражданской обороны;
- осуществляет иные полномочия в области гражданской обороны в соответствии с законодательством Российской Федерации и указами Президента Российской Федерации.

### **Полномочия федеральных органов исполнительной власти в области гражданской обороны**

*Федеральные органы исполнительной власти в пределах своих полномочий и в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации:*

- принимают нормативные акты в области гражданской обороны, доводят их требования до сведения организаций, находящихся в их ведении, и контролируют их выполнение;
- разрабатывают и реализуют планы гражданской обороны, согласованные с федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области гражданской обороны, организуют проведение мероприятий по гражданской обороне, включая создание и подготовку необходимых сил и средств;
- осуществляют меры, направленные на сохранение объектов, необходимых для устойчивого функционирования экономики и выживания населения в военное время;
- создают и поддерживают в состоянии постоянной готовности технические системы управления гражданской обороны и системы оповещения населения в районах размещения потенциально опасных объектов, находящихся в ведении указанных федеральных органов исполнительной власти, об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;
- создают и содержат в целях гражданской обороны запасы материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств;
- определяют перечень организаций, обеспечивающих выполнение мероприятий по гражданской обороне федерального органа исполнительной власти.

### **Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации:**

- организуют проведение мероприятий по гражданской обороне, разрабатывают и реализовывают планы гражданской обороны и защиты населения;
- в пределах своих полномочий создают и поддерживают в состоянии готовности силы и средства гражданской обороны;
- организуют подготовку населения в области гражданской обороны;
- создают и поддерживают в состоянии постоянной готовности к использованию технические системы управления гражданской обороны, системы

оповещения населения об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, защитные сооружения и другие объекты гражданской обороны;

- планируют мероприятия по подготовке к эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, их размещению, развертыванию лечебных и других учреждений, необходимых для первоочередного обеспечения пострадавшего населения;

- планируют мероприятия по поддержанию устойчивого функционирования организаций в военное время;

- создают и содержат в целях гражданской обороны запасы материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств;

- обеспечивают своевременное оповещение населения, в том числе экстренное оповещение населения, об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;

- определяют перечень организаций, обеспечивающих выполнение мероприятий регионального уровня по гражданской обороне.

#### **Органы местного самоуправления самостоятельно в пределах границ муниципальных образований:**

- проводят мероприятия по гражданской обороне, разрабатывают и реализовывают планы гражданской обороны и защиты населения;

- проводят подготовку населения в области гражданской обороны;

- создают и поддерживают в состоянии постоянной готовности к использованию муниципальные системы оповещения населения об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, защитные сооружения и другие объекты гражданской обороны;

- проводят мероприятия по подготовке к эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы;

- проводят первоочередные мероприятия по поддержанию устойчивого функционирования организаций в военное время;

- создают и содержат в целях гражданской обороны запасы продовольствия, медицинских средств индивидуальной защиты и иных средств;

- обеспечивают своевременное оповещение населения, в том числе экстренное оповещение населения, об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;

- в пределах своих полномочий создают и поддерживают в состоянии готовности силы и средства гражданской обороны, необходимые для решения вопросов местного значения;

- определяют перечень организаций, обеспечивающих выполнение мероприятий местного уровня по гражданской обороне.

### **Полномочия организаций в области гражданской обороны.**

1. Организации в пределах своих полномочий и в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации:

- планируют и организуют проведение мероприятий по гражданской обороне;
- проводят мероприятия по поддержанию своего устойчивого функционирования в военное время;
- осуществляют подготовку своих работников в области гражданской обороны;
- создают и содержат в целях гражданской обороны запасы материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств.

2. Организации, отнесенные в установленном порядке к категориям по гражданской обороне, создают и поддерживают в состоянии готовности **нештатные формирования** по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне.

Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты I и II классов опасности, особо радиационно опасные и ядерно 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 аварийно-спасательные формирования**.

Типовой порядок создания штатных формирований по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне определяется федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области гражданской обороны.

3. Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты I и II классов опасности, особо радиационно - опасные и ядерно - опасные производства и объекты, гидротехнические сооружения чрезвычайно высокой опасности и гидротехнические сооружения высокой опасности, создают и поддерживают в состоянии готовности **локальные системы оповещения**.

### **Органы, осуществляющие управление гражданской обороной.**

1) **На федеральном уровне** - федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный на решение задач в области гражданской обороны (**МЧС РФ**).

В федеральных органах исполнительной власти – **структурные подразделения**, уполномоченные решать задачи ГО.

2) **На территориальном уровне** - территориальные органы - **региональные центры (РЦ МЧС РФ)**, органы, уполномоченные решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации (**ГУ по делам ГО и ЧС**)

**Территориальные органы** - региональные центры по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и органы, уполномоченные решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации, **комплекуются военнослужащими** спасательных воинских формирований федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области гражданской обороны, **лицами начальствующего состава федеральной противопожарной службы и гражданским персоналом**.

Руководители указанных территориальных органов назначаются в установленном порядке руководителем федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области гражданской обороны, из числа военнослужащих спасательных воинских формирований этого федерального органа исполнительной власти, лиц начальствующего состава федеральной противопожарной службы и гражданского

персонала, за исключением лиц, назначаемых на должность и освобождаемых от должности Президентом Российской Федерации;

3) **На местном уровне** - *структурные подразделения* федеральных органов исполнительной власти и органов местного самоуправления, уполномоченные на решение задач в области гражданской обороны;

4) **На объектовом уровне** - *структурные подразделения (работники)* организаций, уполномоченные на решение задач в области гражданской обороны.

### **Силы гражданской обороны**

Для ведения спасательных и других неотложных работ имеются **силы гражданской обороны**, которые включают:

- *спасательные воинские формирования* федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области гражданской обороны,
- подразделения *Государственной противопожарной службы*,
- *аварийно-спасательные формирования и спасательные службы*,
- *нештатные формирования* по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне,
- а также создаваемые на военное время в целях решения задач в области гражданской обороны *специальные формирования*.

**2. Вооруженные Силы Российской Федерации, другие войска и воинские формирования выполняют задачи в области гражданской обороны в соответствии с законодательством Российской Федерации.**

Для решения задач в области гражданской обороны воинские части и подразделения Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск и воинских формирований привлекаются в порядке, определенном Президентом Российской Федерации.

3. **Аварийно-спасательные службы и аварийно-спасательные формирования** привлекаются для решения задач в области гражданской обороны в соответствии с законодательством Российской Федерации.

4. **Нештатные аварийно-спасательные формирования** привлекаются для ликвидации чрезвычайных ситуаций в соответствии с установленным порядком, а также для решения задач в области гражданской обороны в соответствии с планами гражданской обороны и защиты населения по решению должностного лица, осуществляющего руководство гражданской обороной на соответствующей территории.

**Спасательные службы гражданской обороны** (далее - службы ГО) - это штатные организационно-технические объединения органов управления сил и средств гражданской обороны предприятий, учреждений, организаций и их структурных подразделений (далее - организации), обладающие сходным профилем деятельности и способные, независимо от их форм собственности и ведомственной принадлежности (подчиненности), к совместному проведению конкретного вида работ, специальных мероприятий гражданской обороны как в мирное время, так и при военных конфликтах.

**Спасательные службы** гражданской обороны создаются для выполнения инженерно-технических, медицинских, транспортных, других спасательных мероприятий ГО, подготовки для этого сил и средств службы, а также для обеспечения действий штатных аварийно-спасательных формирований (далее - НАСФ) в ходе проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ при военных конфликтах (или) вследствие этих конфликтов, а также при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и террористических актов на соответствующих территориях.

### **Службы ГО создаются:**

- в субъекте РФ распорядительным документом Правительства субъекта РФ;
- в муниципальном образовании распорядительным документом администрации;
- в организации - решением руководителя организации.

**Руководителем службы ГО** является соответствующий руководитель организации на базе которого создается служба.

**Органом управления службы ГО** считается **штаб ГО**. Состав штаба и формирований служб ГО определяются руководителями служб гражданской обороны.

В состав сил службы ГО включаются штатные и нештатные аварийно-спасательные и другие формирования специализированных организаций и учреждений.

Силы гражданской обороны, входящие в службы ГО, в мирное время могут привлекаться для ликвидации последствий стихийных бедствий, эпидемий, крупных аварий и катастроф, борьбы с лесными пожарами, ставящих под угрозу жизнь и здоровье населения и требующих проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Вид и количество служб ГО, создаваемых на территории субъекта РФ, муниципального образования или организации, определяются на основании расчета, объема и характера выполняемых в соответствии с планом гражданской обороны и защиты населения задач.

Перечень спасательных служб ГО (по назначению) в зависимости от возможности их создания, оснащения специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментами, материалами при планировании мероприятий гражданской обороны на военное время для конкретной территории и местных условий может быть следующим:

- **медицинская спасательная служба** создается на базе органов и учреждений здравоохранения;
- **противопожарная спасательная служба** создается на базе органов противопожарной службы МЧС России, подразделений противопожарной службы субъектов РФ;
- **инженерная спасательная служба** создается на базе строительных, строительного-монтажных, других родственных акционерных обществ и организаций;
- **коммунально-техническая спасательная служба** создается на базе организаций жилищно-коммунального хозяйства (управлений по газификации, теплоснабжению, водоотведению, специальной обработке);
- **автотранспортная спасательная служба** (автотранспортная) создается на базе автотранспортных организаций независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности;
- **спасательная служба оповещения и связи** создается на базе субъектов, муниципальных, ведомственных организаций связи всех видов;
- **спасательная служба охраны общественного порядка** создается на базе органов внутренних дел для поддержания общественного порядка;
- **спасательная служба торговли и питания** создается на базе организаций торговли, независимо от их форм собственности;
- **спасательная служба защиты животных и растений** создается на базе агропромышленных объединений, сельскохозяйственных объединений;
- **спасательная служба материально-технического снабжения** создается на базе управлений снабжения и сбыта субъектов РФ, других снабженческих организаций, владеющих материально-техническими средствами;
- **спасательная служба снабжения ГСМ** создается на базе органов по обеспечению нефтепродуктами, организаций по снабжению ГСМ на территории субъектов

независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности;

- спасательная служба светомаскировки и других видов маскировки;
- спасательная служба убежищ и укрытий создается на базе жилищных управлений (трестов), управляющих компаний по содержанию жилого фонда, других жилищно-эксплуатационных организаций, а также соответствующих подразделений этих организаций;
- спасательная служба защиты культурных ценностей создается на базе объектов культуры (музеи, библиотеки, театры);
- спасательная служба обеспечения безопасности жизнедеятельности создается на базе образовательных организаций, организаций здравоохранения, культурно-зрелищного, спортивно-массового назначения, крупных объектах торговли и питания;
- спасательная служба энергетики (энергоснабжения) создается на базе организаций энергетики и электрификации, генерирующих и энергосервисных компаний;
- спасательная служба наблюдения и лабораторного контроля;
- спасательная служба газоснабжения;
- спасательная служба водоснабжения;
- служба радиационной и химической защиты;
- спасательная служба городского электротранспорта;
- спасательная служба ритуальных услуг создается на базе органов и организаций жилищно-коммунального хозяйства, здравоохранения, санитарно-эпидемиологического надзора, специализированных ритуальных организаций;
- техническая спасательная служба создается на базе организаций, осуществляющих техническое обслуживание и снабжение запасными частями, ремонтных организаций;
- спасательная служба санитарной обработки людей и обеззараживания одежды создается на базе организаций бытового обслуживания населения.

Общее руководство службами ГО осуществляют **руководители** гражданской обороны, а непосредственное руководство - руководители этих служб.

Ответственность за создание и обеспечение готовности служб ГО несут соответствующие **руководители гражданской обороны.**

## **ЗАДАЧИ И ФУНКЦИИ СПАСАТЕЛЬНЫХ СЛУЖБ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ.**

Нормативные правовые акты (**Федеральный закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне»**, постановление Правительства Российской Федерации от **26.11.2007 № 804 «Об утверждении Положения о гражданской обороне в Российской Федерации»**, приказ МЧС России от **14.11.2008 № 687 «Об утверждении Положения об организации и ведении гражданской обороны в муниципальных образованиях и организациях»**) определяют направления деятельности спасательных служб гражданской обороны в выполнении и обеспечении мероприятий гражданской обороны, обеспечения действий нештатных аварийно-спасательных формирований гражданской обороны в ходе проведения аварийно-спасательных работ при ведении военных конфликтов и (или) вследствие этих конфликтов.

Задачи, организация и деятельность служб ГО их положения разрабатываются начальниками служб, согласовываются с органом ГО соответствующего уровня и утверждаются соответствующими руководителями ГО.

Службы гражданской обороны осуществляют свою деятельность в соответствии с разрабатываемыми ими планами по обеспечению выполнения мероприятий гражданской обороны, по обеспечению действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

**Общими задачами служб ГО являются:**

- планирование и контроль за выполнением специальных мероприятий гражданской обороны в соответствии с профилем службы;
- контроль за созданием и подготовкой в организациях, входящих в состав службы гражданской обороны, нештатных аварийно-спасательных формирований;
- подготовка необходимых сил и средств к выполнению специальных и других мероприятий гражданской обороны;
- управление подчиненными органами управления и силами, их всестороннее обеспечение в ходе проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- организация и поддержание взаимодействия с органами управления гражданской обороной, с другими службами гражданской обороны, воинскими частями войск гражданской обороны, привлекаемыми для выполнения задач в интересах гражданской обороны на соответствующей территории с органами военного командования;
- руководство расщеплением сил и средств служб гражданской обороны, эвакуационными мероприятиями и мероприятиями по повышению устойчивости функционирования организаций, на базе которых созданы;
- ведение учета сил и средств, входящих в состав служб и привлекаемых к выполнению решаемых ими задач, обеспечение их укомплектованности личным составом, техникой и имуществом;
- участие в поддержании в готовности пунктов управления;
- планирование и организация первоочередного жизнеобеспечения пострадавшего населения.

**Вопрос № 3. Перспективы развития гражданской обороны.**

**В современных условиях гражданская оборона решает спектр задач,** направленных на выполнение мероприятий по подготовке и защите населения, а также материальных и культурных ценностей, от опасностей мирного и военного времени. Усилиями МЧС России гражданская оборона приобрела современный облик и продолжает развиваться с учетом изменений в государственном устройстве, экономической и социальной сферах России, а также в соответствии с военно-политической обстановкой в мире.

В настоящее время совершенствуется система управления и оповещения. Большое внимание уделяется повышению защищенности критически важных для национальной безопасности объектов от угроз природного, техногенного характера, террористических проявлений. Разрабатываются и внедряются новые средства индивидуальной и коллективной защиты.

**В современных условиях государство и гражданская оборона не делимы.**

С одной стороны она активно участвует в обеспечении жизнедеятельности и безопасности общества, с другой – организуется и развивается в соответствии с общими законами и процессами, присущими государству в данный период времени. Сегодня главной отличительной чертой гражданской обороны является то, что она выступает как форма участия всего населения страны, органов государственной власти и местного самоуправления в обеспечении обороноспособности и жизнедеятельности государства, выполняя оборонную, социальную и экономическую функции.

В целях развития гражданской обороны Президент Российской Федерации утвердил **«Основы единой государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2020 года» (3 сентября 2011 года № ПР-2613).**

Данные Основы разработаны в соответствии с Федеральным законом от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне», Стратегией национальной безопасности

Российской Федерации до 2020 года, **Военной доктриной** Российской Федерации и определяют **основные направления развития в области гражданской обороны.**

1. Совершенствование организации гражданской обороны, главным образом, направленной на развитие системы обеспечения гражданской обороны.
2. Совершенствование методов и способов защиты населения, материальных и культурных ценностей.
3. Повышение готовности и эффективности сил гражданской обороны.
4. Совершенствование системы подготовки населения
5. в области гражданской обороны, обратив особое внимание на использование современных технологий.
6. Развитие международного сотрудничества в области гражданской обороны.

### **1. Совершенствование организации гражданской обороны**

Дальнейшее развитие гражданской обороны неразрывно связано с совершенствованием её организационной структуры.

Одним из шагов в этой области, на наш взгляд, является создание *системы обеспечения гражданской обороны* - как организационной структуры, включающей в себя совокупность взаимодействующих органов управления, сил и средств, реализующих государственную политику в области гражданской обороны.

Необходимо отметить, что основные составляющие этой системы в основном нормативно определены - это и **органы управления**, и **силы**, и **средства** гражданской обороны однако в единую систему, данные компоненты юридически не сведены.

Учитывая опыт функционирования РСЧС, целесообразно включить в состав указанной системы элементов РСЧС, в том числе координационных органов - комиссий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности всех уровней, на которые возложить координацию вопросов гражданской обороны в военное время.

Особая роль при этом должна быть отведена КЧС и ОПБ федеральных органов исполнительной власти (организаций), являющихся головными в секторах экономики (транспорт, энергетика, здравоохранение, жилищнокоммунальное хозяйство), органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления.

Кроме того, целесообразно рассмотреть вопрос возложения на территориальные и функциональные подсистемы РСЧС решение задач гражданской обороны в мирное и военное время.

Это позволит создать альтернативу службам гражданской обороны, при этом снизить излишнее государственное регулирование, сократить количество планирующих и отчётных документов, оптимизировать задействование руководящего состава гражданской обороны, обеспечить межведомственное взаимодействие и повысить эффективность деятельности органов управления как в мирное время, так и в военное время.

### **2. Совершенствование методов и способов защиты населения, материальных и культурных ценностей.**

Осуществлен комплекс мероприятий по актуализации нормативных правовых, нормативно-технических и методических документов, регламентирующих порядок, сроки, формы, объёмы мероприятий по защите населения, включая инженерную защиту, предоставление населению средств индивидуальной защиты, оптимизацию форм и способов проведения эвакуационных мероприятий.

При этом основные усилия должны быть сосредоточены на формировании комплексного дифференцированного подхода к организации гражданской обороны,



учитывающего особенности, характерные для каждой отдельно - взятой территории, для каждого отдельно-взятого субъекта Российской Федерации.

В итоге гражданская оборона должна обеспечивать защиту населения от конкретных видов опасности, характерных для конкретной точки пространства.

## **2. Повышение готовности и эффективности сил гражданской обороны.**

Учитывая изменение состава сил гражданской обороны, основные усилия должны быть направлены на:

-создание группировки сил гражданской обороны, способной эффективно выполнять задачи в мирное время, в период нарастания угрозы агрессии против Российской Федерации и в военное время.

-особое внимание при этом необходимо уделить повышению мобильности сил гражданской обороны, оснащению их современными, высокотехнологичными средствами проведения АСДНР, в том числе робототехническими комплексами, беспилотными летательными аппаратами, компьютеризированными средствами управления.

## **4. Совершенствование системы подготовки населения в области гражданской обороны.**

Эффективное решение задач гражданской обороны невозможно без высокопрофессиональных кадров непосредственно отвечающих за выполнение мероприятий по гражданской обороне.

Решение этой задачи обеспечивается путём разработки и внедрения новых программ и методов подготовки руководящего состава и населения с использованием компьютерных технологий и тренажеров по отработке и совершенствованию навыков поведения и действий в мирное и военное время, а также активного использования телевизионных и интернет ресурсов, в том числе портала МЧС России.

Особое внимание при этом необходимо уделить проведению обязательной подготовки соответствующих групп населения в образовательных организациях, учебно-методических центрах и на курсах гражданской обороны.

## **5. Развитие международного сотрудничества в области гражданской обороны.**

Российская Федерация в своей деятельности строго руководствуется положением международных нормативных актов и договоров.

В связи с этим основные усилия необходимо сосредоточить на совершенствовании международной договорно -правовой базы в области гражданской обороны и чрезвычайного гуманитарного реагирования Российской Федерации.

В целях реализации данных *направлений* разработан, согласован с заинтересованными структурными подразделениями центрального аппарата и организациями МЧС России **План МЧС России по развитию гражданской обороны Российской Федерации на период до 2020 года.**

Кроме того, организована работа, направленная на:

– Уточнение дополнительных принципов отнесения территорий (организаций) к группам (категориям) по гражданской обороне с учётом досягаемости средств поражения противника, в первую очередь касающихся приграничных районов.

– Формирование эффективного механизма создания, содержания и использования в интересах гражданской обороны единых на мирное и на военное время резервов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств, предусматривая при этом выделение неснижаемого уровня резервов.

– Формирование технических требований, обуславливающих переход от световой и других видов маскировки к комплексной маскировке объектов, а также разработка маскировочных мероприятий оперативного характера.

– Актуализация мероприятий по повышению устойчивости функционирования организаций при воздействии современных средств поражения.

**Реализация предлагаемых направлений позволит в период до 2017 года:**

– внедрить новые подходы к организации и ведению гражданской обороны, обеспечивающие эффективную защиту населения, материальных и культурных ценностей, с учетом современных опасностей и угроз;

– создать единую систему требований (правил), предъявляемых к выполнению мероприятий по гражданской обороне.

**в период до 2020 года:**

– создать эффективный механизм реализации органами государственной власти Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями и гражданами Российской Федерации своих полномочий и прав в области гражданской обороны;

– оптимизировать систему мероприятий по защите населения, материальных и культурных ценностей с учетом современных опасностей и угроз.

**Гражданская оборона** *должна стать эффективным элементом обеспечения безопасности государства, одним из основных механизмов выживания населения и устойчивого функционирования экономики в любых катаклизмах будущего, а также неотъемлемым компонентом гуманитарной деятельности государства.*

**СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ОБЛАСТИ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ НА  
ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА (ПРОЕКТ)**

- общие положения;
- оценка текущего состояния гражданской обороны, а также основных проблем, тенденций и возможных сценариев развития ситуаций, связанных с защитой населения;
- цели, задачи и основные направления государственной политики в области гражданской обороны;
- механизмы реализации государственной политики в области гражданской обороны, включая мониторинг и оценку текущего состояния национальной безопасности в целях преодоления кризисных ситуаций;
- задачи, функции и порядок взаимодействия органов государственной власти, иных органов в целях реализации Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года;
- этапы реализации Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года;
- организация ресурсного обеспечения мероприятий по реализации Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года.
- развитие системы обеспечения выполнения мероприятий гражданской обороны с учетом экономических и физико-географических особенностей регионов (!);
- регулярное проведение всероссийской штабной тренировки по гражданской обороне;
- оптимизация специальных формирований, создаваемых на военное время в целях решения задач гражданской обороны;
- формирование нового облика надзора в области гражданской обороны (внедрение принципа приоритетности профилактических мероприятий);

- уточнение номенклатуры и объемов запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств, создаваемых органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в целях гражданской обороны;
- обеспечение органов управления и сил гражданской обороны современной отечественной техникой и экипировкой, авиационно-спасательными технологиями и медицинским оборудованием на основе принципа импорто-замещения;
- расширение международного сотрудничества по вопросам гражданской обороны и обеспечение продвижения за рубежом российских пожарно-спасательных технологий и подходов к антикризисному управлению;
- развитие и внедрение новых подходов к организации отселения населения из зон возможных сильных разрушений, радиоактивного загрязнения, химического заражения, катастрофического затопления;
- совершенствование организации и контроля выполнения норм и правил инженерно-технических мероприятий гражданской обороны при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов капитального строительства;
- планирование и координация мероприятий, направленных на поддержание общественного порядка и обеспечение безопасности дорожного движения на маршрутах выдвижения сил гражданской обороны в зоны возможных чрезвычайных ситуаций и очаги поражения.

#### **Вопрос № 4 Основные мероприятия при приведении гражданской обороны в высшие степени готовности.**

*Введение в действие «Плана ГО» осуществляется по Указу Президента РФ  
Определены 3 степени готовности ГО:*

- повышенная
- военная опасность
- полная

При приведении ГО в высшие степени готовности выполняются мероприятия по сигналам

#### **«Мероприятия ГО 1-2-3 очереди»**

##### **I. Действия по сигналу готовности ГО**

#### **«Мероприятия по гражданской обороне первой очереди»:**

1. Оповещение и сбор руководящего состава и работников структурных подразделений (работников), уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны, доведение обстановки и постановка задач по выполнению мероприятий, предусмотренных в перечне мероприятий по гражданской обороне первой очереди;
2. Введение круглосуточного дежурства руководящего состава гражданской обороны в пунктах постоянного размещения;
3. Перевод на круглосуточную работу радиовещательных станций и радиотрансляционных узлов;
4. Перевод на круглосуточную работу с сохранением режима радиообмена, установленного для повседневной деятельности, имеющихся средств радиосвязи с органами, осуществляющими управление гражданской обороной;
5. Приведение в готовность защитных сооружений гражданской обороны для укрытия работников организаций, продолжающих работу в военное время;

6. Принятие мер по ускоренному завершению строительства и вводу в эксплуатацию защитных сооружений гражданской обороны;

7. Вывоз на пункты выдачи средств индивидуальной защиты, приборов радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля, индивидуальных противохимических пакетов и другого имущества, предназначенного для обеспечения населения и личного состава сил гражданской обороны;

8. Приведение в готовность учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны;

9. Снижение запасов аварийно-химически опасных веществ до минимальных размеров, обеспечивающих технологический процесс, на опасных производственных объектах в городах и иных населенных пунктах, территории которых отнесены к группам по гражданской обороне, подготовка к снижению запасов взрыво- и пожароопасных веществ;

10. Уточнение готовности безопасных районов для размещения эвакуируемого населения, а также для размещения и хранения материальных и культурных ценностей;

11. Уточнение порядка проведения мероприятий по световой и другим видам маскировки, усиление охраны и противопожарной защиты организаций, отнесенных к категориям по гражданской обороне, организаций, имеющих потенциально опасные производственные объекты и эксплуатирующих их, а также организаций, имеющих важное оборонное и экономическое значение или представляющих высокую степень опасности возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

12. Подготовка животноводческих ферм, сооружений и комплексов для обеспечения жизнедеятельности, и защиты сельскохозяйственных животных, создание и укрытие в них запасов кормов и воды;

13. Направление к месту постоянной работы лиц, находящихся на обучении (повышающих квалификацию) в образовательных учреждениях МЧС России, учебно-методических центрах по гражданской обороне и на курсах гражданской обороны.

## **II. Действия по сигналу готовности ГО.**

### **«Мероприятия по гражданской обороне второй очереди»:**

1. Оповещение и сбор руководящего состава и работников структурных подразделений (работников), уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны, доведение обстановки и постановка задач по выполнению мероприятий, предусмотренных в перечне мероприятий по гражданской обороне второй очереди;

2. Перевод на круглосуточный режим работы (по сменам боевого расчета) руководящего состава гражданской обороны;

3. Приведение в полную готовность системы связи и оповещения гражданской обороны;

4. Приведение в готовность защитных сооружений гражданской обороны, метрополитенов, подвалов и других заглубленных сооружений для укрытия населения, культурных ценностей, находящихся в федеральной собственности, и архивных документов, хранящихся в федеральных архивах. Дооборудование, при необходимости, под противорадиационные укрытия подвальных и других заглубленных сооружений;

5. Организация круглосуточного дежурства групп и звеньев по обслуживанию защитных сооружений гражданской обороны;

6. Приведение в готовность в пунктах постоянного размещения (без прекращения производственной деятельности) аварийно-спасательных формирований;

7. Выдача из запасов имущества гражданской обороны средств индивидуальной защиты и приборов дозиметрического контроля работникам организаций в городах, отнесенных к группам по гражданской обороне, и работникам организаций, отнесенных к

категориям по гражданской обороне особой важности и первой категории, расположенных вне этих городов;

8. Подготовка к развертыванию коечной сети медицинских учреждений из городов, отнесенных к группам по гражданской обороне, в безопасных районах загородной зоны, осуществление переадресации поставок медицинского имущества и медицинской техники лечебным учреждениям в безопасные районы;

9. Выдача из запасов имущества гражданской обороны необходимого медицинского имущества лечебным учреждениям, расположенным в безопасных районах;

10. Выписка из лечебных учреждений больных, лечение которых может быть продолжено амбулаторно, сокращение госпитализации плановых больных;

11. Проведение иммунизации населения по эпидемиологическим показаниям;

12. Развертывание медицинских пунктов (санитарных постов) в организациях, продолжающих работу в военное время в городах, отнесенных к группам по гражданской обороне;

13. Перевод на круглосуточное дежурство постов радиационного и химического наблюдения, учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны;

14. Оборудование приборами радиационной и химической разведки наземных транспортных средств, морских, речных и воздушных судов (самолетов, вертолетов и др.), предназначенных для ведения радиационной и химической разведки;

15. Проведение мероприятий по повышению устойчивости функционирования объектов, необходимых для устойчивого функционирования экономики и выживания населения в военное время;

16. Подготовка к безаварийной остановке промышленных предприятий, прекращающих работу в военное время;

17. Изготовление простейших средств индивидуальной защиты (при необходимости);

18. Подготовка к вывозу в безопасные районы документов, необходимых для служебной деятельности, материальных и культурных ценностей из городов, отнесенных к группам по гражданской обороне;

19. Снижение запасов взрыво- и пожароопасных веществ в организациях, расположенных в городах, отнесенных к группам по гражданской обороне;

20. Проведение подготовительных мероприятий по переводу предприятий строительного комплекса на выпуск конструкций и оборудования для строительства быстровозводимых убежищ, и противорадиационных укрытий.

### **III. Действия по сигналу готовности гражданской обороны.**

#### **«Мероприятия по гражданской обороне третьей очереди»:**

1. Оповещение и сбор руководящего состава и работников структурных подразделений (работников), уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны, доведение обстановки и постановка задач по выполнению мероприятий, предусмотренных в перечне мероприятий по гражданской обороне третьей очереди;

2. Выдача средств индивидуальной защиты населению, проживающему в городах, отнесенных к группам по гражданской обороне, и в пределах границ зон возможного сильного радиоактивного заражения (загрязнения) и опасного химического заражения, в населенных пунктах с организациями, отнесенными к категориям по гражданской обороне, а также железнодорожными станциями первой и второй категорий;

3. Закладка в защитные сооружения гражданской обороны необходимых запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств;

4. Ускоренное строительство убежищ с упрощенным оборудованием в зонах возможных сильных разрушений городов, отнесенных к группам по гражданской обороне, отдельно стоящих организаций, отнесенных к категории по гражданской обороне особой важности, а также строительство быстровозводимых противорадиационных укрытий на остальной территории Российской Федерации (по плану на расчетный год);

5. Строительство простейших укрытий для населения, не обеспеченного защитными сооружениями гражданской обороны:

- в городах, отнесенных к группам по гражданской обороне –
- в городах и иных населенных пунктах, не отнесенных к группам по гражданской обороне, с учетом эвакуации населения;

6. Развертывание медицинскими учреждениями городов и иных населенных пунктов, не отнесенных к группам по гражданской обороне, коечной сети больничных баз в безопасных районах;

7. Подготовка медицинских учреждений городов, отнесенных к группам по гражданской обороне, к эвакуации в безопасные районы (без прекращения работы);

8. Перевод нетранспортабельных больных, находящихся в медицинских учреждениях городов, отнесенных к группам по гражданской обороне, в защищенные стационары;

9. Уточнение расчетов на проведение эвакуационных мероприятий, развертывание сборных эвакуационных пунктов, пунктов посадки и высадки, приведение в готовность спланированного для эвакуации транспорта;

10. Подготовка запасов имущества гражданской обороны, торговой сети и сети общественного питания к первоочередному обеспечению эвакуируемого населения в безопасных районах;

11. Проведение мероприятий по защите запасов имущества гражданской обороны и источников водоснабжения;

12. Введение в действие планов комплексной маскировки городов, отнесенных к группам по гражданской обороне, а также организаций, являющихся вероятными целями нанесения ударов современными средствами поражения.

#### **Вопрос № 5 Действие населения по сигналам гражданской обороны.**

*Для привлечения Внимания населения, подают предупредительный **сигнал «Внимание Всем!»**, который определен директивой начальника ГО СССР от 12 октября 1988 г. № ДНГО-013.*

#### **ОПОВЕЩЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ**

##### **1. Об угрозе стихийных бедствий, крупных авариях (катастрофах) и других опасных ситуациях.**

##### ***Предупредительный сигнал «ВНИМАНИЕ ВСЕМ!» ПОДАЕТСЯ:***

- протяжным звучанием электросирен и передачей текста по радиовещательным, телевизионным и радиотрансляционным сетям в течение 2-3 минут; прерывистыми гудками на производстве и транспорте.

##### **ДЕЙСТВИЯ НАСЕЛЕНИЯ:**

Включить радио (диапазоны СВ или УКВ), радиотрансляционный приемник (на любую программу), телевизионный приемник (1 или 2 программы); прослушать «речевую информацию» о сложившейся обстановке; выполнить указание органов управления ГО, согласно переданной информации.

## **2. При угрозе радиоактивного заражения**

«**ВНИМАНИЕ!** Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (района).

**ГРАЖДАНЕ!** Возникла непосредственная угроза радиоактивного заражения!

Приведите в готовность средства индивидуальной защиты и держите их постоянно при себе. По команде управления ГОЧС наденьте их.

Для защиты поверхности тела от загрязнения радиоактивными веществами используйте спортивную одежду, комбинезоны и сапоги. При себе имейте пленочные (полимерные) накидки, куртки или плащи.

Проверьте герметизацию жилых помещений, состояние окон и дверей.

За герметизируйте продукты питания и создайте в емкостях запас воды.

Укройте сельскохозяйственных животных и корма.

Оповестите соседей о полученной информации. Окажите в этом помощь больным и престарелым.

В дальнейшем действуйте в соответствии с указаниями управления по делам ГО и ЧС города (района)».

## **3. При угрозе химического заражения**

«**ВНИМАНИЕ!** Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (района).

**ГРАЖДАНЕ!** Возникла непосредственная угроза химического заражения!

Наденьте противогазы, укройте детей в камерах защитных детских.

Для защиты поверхности тела используйте спортивную одежду, комбинезоны и сапоги.

При себе имейте пленочные (полимерные) накидки, куртки, плащи.

Проверьте герметизацию жилых помещений, состояние окон и дверей.

За герметизируйте продукты питания и создайте в емкостях запас воды.

Укройте сельскохозяйственных животных и корма.

Оповестите соседей о полученной информации. Окажите в этом помощь больным и престарелым.

Отключите электронагревательные приборы.

В дальнейшем действуйте в соответствии с указаниями управления по делам ГО и ЧС города (района)».

## **4. При возможном землетрясении**

«**ВНИМАНИЕ!** Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (района).

**ГРАЖДАНЕ!** В связи с возможным землетрясением примите необходимые меры предосторожности.

Отключите газ, воду, электричество, погасите огонь в печах.

Оповестите соседей о полученной информации.

Возьмите необходимую одежду, документы, продукты питания, воду и выйдите на улицу. Окажите помощь престарелым и больным.

Займите место вдали от зданий и линий электропередач.

**Находясь в помещении во время первого толчка, встаньте в дверной (балконный) проем.**

Соблюдайте спокойствие и порядок.

Будьте внимательны к сообщениям управления по делам ГО и ЧС города (района)».

### **5. При воздушной опасности**

«ВНИМАНИЕ! Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (района).

#### **ГРАЖДАНЕ! ВОЗДУШНАЯ ТРЕВОГА!**

Отключите свет, газ, воду, погасите огонь в печах. Возьмите средства индивидуальной защиты, документы, запас продуктов и воды. Предупредите соседей, и при необходимости окажите помощь больным и престарелым выйти на улицу.

Как можно быстрее дойдите до защитного сооружения или укройтесь на местности. Соблюдайте спокойствие и порядок.

Будьте внимательны к сообщениям управления по делам ГО и ЧС города (района)».

### **6. При миновании воздушной опасности**

«ВНИМАНИЕ! Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (штаб ГО района).

#### **ГРАЖДАНЕ! Отбой воздушной тревоги!**

Все возвратиться к местам работы или проживания. Окажите в этом помощь больным и престарелым.

Будьте в готовности к возможному повторному нападению противника.

Всегда имейте при себе средства индивидуальной защиты.

Будьте внимательны к сообщениям управления по делам ГО и ЧС города (района)».

### **7. При угрозе заражения АХОВ**

«ВНИМАНИЕ! Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (района).

**ГРАЖДАНЕ!** Возникла угроза заражения воздуха аварийными химически опасными веществами (АХОВ).

Немедленно закройте окна, форточки. Выключите нагревательные приборы, газ, воду.

Оповестите соседей, оденьте детей и возможно быстрее выйдите из зоны заражения в указанном направлении. Выходить надо в сторону, перпендикулярную направлению ветра. При выходе из зоны заражения следует по возможности задерживать дыхание. Если у вас есть противогаз, обязательно используйте его. При отсутствии противогаза можно использовать повязки из тканей, смоченные водой, меховые и ватные части одежды.

Об устранении опасности химического заражения и порядке дальнейших действий вам сообщат.

Будьте внимательны к сообщениям управления по делам ГО и ЧС города (района)».

### **8. При наводнении**

«ВНИМАНИЕ! Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (района).

**ГРАЖДАНЕ!** В связи с повышением уровня воды в \_\_\_\_\_ ожидается подтопление домов в \_\_\_\_\_ районе улиц (перечисление) \_\_\_\_\_.

Населению, проживающему на этих улицах, собрать необходимые вещи, продукты питания, воду, отключить газ и электроэнергию, и выйти в район \_\_\_\_\_ для регистрации на сборном эвакуационном пункте и отправки в безопасные районы.

О полученной информации сообщите соседям, окажите помощь престарелым и больным».



Подобная информация будет передаваться также при угрозе или возникновении ураганных (штормовых) ветров, сильных морозов, снежных метелей и при возникновении других аварий и катастроф.

**9. Действия по сигналу  
«ВОЗДУШНАЯ ТРЕВОГА»:**

1. Прекращаются все работы, останавливается оборудование, отключается силовая сеть, подача пара, газа. Рабочие и служащие направляются в укрытие.
2. Если сигнал застал вас дома, немедленно выключите нагревательные приборы, газ, свет, угасите огонь в печи, оденьте детей, возьмите средства индивидуальной защиты, документы, необходимые вещи, запас продуктов и воды и быстро следуйте в укрытие.
3. Если сигнал тревоги застал вас на улице, необходимо укрыться в ближайшем защитном сооружении.
4. Если вы не успели занять защитное сооружение, можно укрыться в подвальных помещениях. Если поблизости подземных сооружений нет, укрывайтесь в траншеях, канавах, котлованах, ямах и т. д., обязательно наденьте средства индивидуальной защиты.

**ДОЛГ КАЖДОГО ГРАЖДАНИНА — ЗНАТЬ СВОЕ УКРЫТИЕ**

по месту жительства \_\_\_\_\_  
по месту работы \_\_\_\_\_

**10. Действия по сигналу «ОТБОЙ ВОЗДУШНОЙ ТРЕВОГИ»:**

1. Население выходит из защитные сооружений с разрешения местных органов гражданской обороны. Рабочие и служащие возвращаются рабочим местам и приступают к работе.
2. Местные органы гражданской обороны сообщают о порядке поведения и действиях населения в очаге поражения.

При получении по системе оповещения распоряжения на проведение рассредоточения и эвакуации НЕОБХОДИМО в установленное при оповещении время прибыть на сборный эвакуационный пункт (СЭП) для отправки в загородную зону.

Ваш СЭП № \_\_\_\_\_ расположен по адресу \_\_\_\_\_

При убытии в загородную зону с собой берутся документы, самое необходимое из вещей, продукты питания на 2-3 суток. Общая масса вещей не должна превышать 50 кг.

Проблема защиты жизни и здоровья человека превратилась сегодня в одну из актуальнейших задач, стоящих перед человеком.

**Заключительная часть**

Задача заключается в том, чтобы сделать гражданскую оборону XXI века эффективной, инновационной, ориентированной на каждого конкретного гражданина.

**Все мы должны претворять в жизнь лозунг:**

**«Если у безопасности граждан России есть имя,  
это имя – гражданская оборона».**

## ТЕМА № 5. Единая система мониторинга и прогнозирования

**Цель занятия:** Познакомить слушателей с мониторингом и прогнозированием чрезвычайных ситуаций как составной частью общей системы мер противодействия чрезвычайным ситуациям, направленных на снижение риска возникновения ЧС и смягчения их последствий.

### **Учебные вопросы:**

1. Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (СМП ЧС)
2. Теоретические основы прогнозирования чрезвычайных ситуаций.
3. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного характера.
4. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

### **I. Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (СМП ЧС).**

Сущность и назначение мониторинга и прогнозирования – в наблюдении, контроле и предвидении опасных процессов и явлений природы, техносферы, внешних дестабилизирующих факторов (вооруженных конфликтов, террористических актов и т.п.), являющихся источниками чрезвычайных ситуаций, а также динамики развития чрезвычайных ситуаций, определения их масштабов в целях решения задач предупреждения и организации ликвидации бедствий.

#### **Мониторинг окружающей природной среды и состояния техногенных объектов**

Мониторинг окружающей среды — это система наблюдения и контроля, проводимых регулярно по определенной программе для оценки состояния окружающей среды, анализа происходящих в ней процессов и своевременного выявления тенденций ее изменения (ГОСТ Р22.1.02-95).

Мониторинг неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов – это система регулярных наблюдений и контроля за развитием этих явлений и процессов в окружающей природной среде, факторами, обуславливающими их формирование и развитие, проводимых по определенной программе, выполняемых с целью своевременной разработки и проведения мероприятий по предупреждению ЧС, связанных с этими явлениями и процессами, или снижению наносимого их воздействием ущерба (ГОСТ Р22.1.02-95).

**МОНИТОРИНГ** – прогноз (краткосрочный, средне – и долгосрочный)

Общей целью мониторинга опасных явлений и процессов в природе и техносфере является повышение точности и достоверности прогноза ЧС на основе объединения интеллектуальных, информационных и технологических возможностей различных ведомств и организаций, занимающихся вопросами мониторинга отдельных видов опасностей.

**Система мониторинга и прогнозирования ЧС состоит из следующих основных элементов:**

- организационной структуры;
- общей модели системы, включая объекты мониторинга;
- комплекса технических средств;
- моделей ситуации (моделей развития ситуаций);
- методов наблюдений, обработки данных, анализа ситуаций и прогнозирования;
- информационной системы.

**Для достижения основной цели мониторинга решаются следующие основные задачи:**

- выявление и идентификация потенциально опасных зон с возможными источниками ЧС;
- сбор исходной информации по источникам опасности и уязвимости населения и территорий;
- проведение зонирования территорий по степени опасности ЧС, плотности и характеру застройки;
- проведение зонирования территорий по степени индивидуального риска;
- определение оптимальных мониторинговых комплексов в зонах повышенного риска для населения;
- определение оптимальных организационных и технических схем для эффективного мониторинга ЧС, информационного взаимодействия между ведомственными мониторинговыми системами;
- определение схем эффективного решения задач прогноза масштабов ЧС на основе своевременного получения уточненных мониторинговых данных по их источникам и моделирования их развития.

**Деятельность по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера осуществляют:**

- Учреждения и организации Росгидромета (мониторинг и прогноз событий гидрометеорологического характера, мониторинг состояния и загрязнения атмосферы, воды и почвы).
- Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений.
- МПР России (осуществляет общее руководство государственной системой экологического мониторинга, а также координацию деятельности в области наблюдений за состоянием окружающей природной среды).
- Минздравсоцразвития России (социально-гигиенический мониторинг и прогнозирование обстановки в этой области).
- Ростехнадзор и Росатом (мониторинг состояния техногенных объектов и прогноз аварийности).

**К силам и средствам единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций относятся (ПП N 924, 96 г).**

**а) силы и средства наблюдения и контроля в составе:**

- служб (учреждений) и организаций федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих наблюдение и контроль за состоянием окружающей природной среды, за обстановкой на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях и анализ воздействия вредных факторов на здоровье населения;
- формирований государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации Министерства здравоохранения Российской Федерации;
- ветеринарной службы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации;
- служб (учреждений) наблюдения и лабораторного контроля за качеством пищевого сырья и продуктов питания Комитета Российской Федерации по торговле и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации;
- геофизической службы Российской академии наук, оперативных групп постоянной готовности Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и подразделений Министерства Российской Федерации по атомной энергии;

– учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны.

**Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций включает:**

- Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России;
- региональные и территориальные центры мониторинга чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в составе соответствующих органов управления ГОЧС;
- Сеть наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны Российской Федерации;
- Единую государственную автоматизированную систему радиационного контроля;
- Единую государственную систему экологического мониторинга;
- специальные центры и учреждения, подведомственные исполнительным органам субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления.

**Основными задачами региональных и территориальных центров мониторинга являются:**

- сбор, анализ и представление в соответствующие органы государственной власти информации о потенциальных источниках чрезвычайных ситуаций и причинах их возникновения в регионе, на территории;
- прогнозирование чрезвычайных ситуаций и их масштабов;
- организационно-методическое руководство, координация деятельности и контроль функционирования соответствующих звеньев (элементов) регионального и территориального уровня системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций;
- организация проведения и проведение контрольных лабораторных анализов химико-радиологического и микробиологического состояния объектов окружающей среды, продуктов питания, пищевого, фуражного сырья и воды, представляющих потенциальную опасность возникновения чрезвычайных ситуаций;
- создание и развитие банка данных о чрезвычайных ситуациях, геоинформационной системы;
- организация информационного обмена, координация деятельности и контроль функционирования территориальных центров мониторинга.

**Техническую основу мониторинга составляют** наземные и авиационно-космические средства соответствующих министерств, ведомств, территориальных органов власти и организаций (предприятий) в соответствии со сферами их ответственности.

**При этом главной составляющей являются** наземные средства Сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны Российской Федерации, ее основных звеньев, подведомственных Росгидромету, Минсельхозу России, Минздраву России и МПР России, а также **средства контроля и диагностики состояния потенциально опасных объектов экономики**, являющихся основными источниками чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

**В зависимости от складывающейся обстановки, масштаба прогнозируемой или возникшей чрезвычайной ситуации система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций функционирует в различных режимах:**

- режиме повседневной деятельности,
- режиме повышенной готовности;
- режиме чрезвычайной ситуации.

## Прогнозирование ЧС природного и техногенного характера и оценка их риска

**Прогнозирование ЧС** – это опережающее отражение вероятности возникновения и развития чрезвычайной ситуации на основе анализа причин ее возникновения, ее источника в прошлом и настоящем (ГОСТ Р22.1.02-95).

В целях прогнозирования производят наблюдение за соответствующим процессом на определенном участке и вычисляют его будущее значение в упрежденной точке. При этом обычно оценивается как математическое ожидание конкретного значения процесса в этой точке, так и величина интервала, в который с заданной вероятностью попадает будущее значение процесса.

### **Основными объектами (предметами) прогнозирования являются:**

- вероятности возникновения каждого из источников чрезвычайных ситуаций (опасных природных явлений, техногенных аварий, экологических бедствий, эпидемий, эпизоотий и т.п.);
- масштабы чрезвычайных ситуаций, размеры их зон;
- возможные длительные последствия при возникновении чрезвычайных ситуаций определенных типов, масштабов, временных интервалов или их определенных совокупностей;
- потребности сил и средств для ликвидации прогнозируемых чрезвычайных ситуаций.

### **Основными задачами анализа и прогнозирования рисков чрезвычайных ситуаций являются:**

- выявление и идентификация возможных источников чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на соответствующей территории;
- оценка вероятности (частоты) возникновения стихийных бедствий, аварий, природных и техногенных катастроф (источников чрезвычайных ситуаций);
- прогнозирование возможных последствий воздействия поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций на население и территорию.

### **Основным результатом мониторинга и прогнозирования ЧС является оценка риска возникновения ЧС.**

**Оценка риска** ведется на основе банка данных, полученного в результате мониторинга и прогнозирования, паспорта безопасности территории, деклараций безопасности промышленных объектов.

#### Этапами оценки рисков возникновения ЧС являются:

- выявление и идентификация возможных источников ЧС на соответствующей территории;
- оценка вероятности (частоты) возникновения источников ЧС;
- прогнозирование возможных последствий воздействия поражающих факторов источников ЧС на население и территорию.

**В качестве вывода можно отметить,** что от эффективности и качества проведения мониторинга и прогнозирования во многом зависит эффективность и качество разрабатываемых программ, планов и принятия решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

## II. Теоретические основы прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

### Иницирующие события для возникновения ЧС:

- **Опасные природные явления** - землетрясения, ураганы, наводнения и др.;
- **Опасные техногенные явления** - аварийные ситуации на объектах техносферы (пожары, взрывы, отказы составных частей, важных для безопасности);
- **Опасные социальные явления** - несанкционированные действия с потенциально опасными объектами, нападения на них и другие события.

Прогноз риска ЧС (от греческого слова означает предвидение, предсказание) – определяет вероятность возникновения и развития ЧС на основе прогноза возможных причин её возникновения, её источника в прошлом и настоящем.

**Прогноз риска чрезвычайных ситуаций по назначению подразделяются** на Прогнозирование возникновения ЧС по параметрам (место, сила, время и частота), по времени упреждения (долгосрочный, краткосрочный, среднесрочный), по исходным данным (вероятно-статистический, вероятно-детерминированный, детерминированно-вероятностный).

**Прогноз риска чрезвычайных ситуаций по назначению подразделяются** на Прогнозирование последствий ЧС по времени проведения (априорные т.е. заблаговременно, апостериорные т.е. оперативно по факту) и по методам (экспериментальные, расчетно-экспериментальные, расчетные (по моделям) (слайд – прогноз риска ЧС).

### Пространственно-временные факторы, влияющие на последствия ЧС:

- интенсивность воздействия поражающих факторов;
- размещение объекта относительно очага воздействия;
- характеристика грунтов;
- конструктивные решения и прочностные свойства зданий и сооружений;
- плотность застройки и расселения людей в пределах населённого пункта;
- размещение людей в зданиях в течение суток и в зоне риска в течение года.

### Поражающие факторы ЧС и их основные параметры

Вид ЧС	Поражающий фактор	Параметр
Землетрясение	Обломки зданий и сооружений	Интенсивность землетрясения
Взрывы	Воздушная ударная волна	Избыточное давление на фронте воздушной ударной волны
Пожары	Тепловое излучение	Плотность теплового потока
Цунами; прорыв плотин	Волна цунами; волна прорыва	Высота волны; максимальная скорость волны; площадь и длительность затопления; давление гидравлического потока

Радиационные аварии	Радиационное заражение	Дозы облучения
Химические аварии	Токсичные нагрузки	Предельно допустимая концентрация, токсодоза

## **1. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.**

К источникам чрезвычайных ситуаций природного характера относятся:

- опасные геофизические явления (землетрясения, извержения вулканов, другие опасные геофизические явления);
- опасные геологические явления (оползни, обвалы, осыпи, другие опасные геологические явления);
- опасные метеорологические явления (очень сильный ветер, ураган, шквал, смерч; очень сильный дождь, очень сильный снегопад, крупный град; сильный мороз; аномально жаркая погода; пыльные бури; другие опасные метеорологические явления);
- опасные агрометеорологические явления (заморозки, засуха, суховеи; засуха атмосферная, засуха почвенная; другие опасные агрометеорологические явления);
- опасные гидрологические явления (половодье, паводок, зажор, затор; сход снежных лавин; сель; другие опасные гидрологические явления);
- опасные морские гидрометеорологические явления (цунами; сильное волнение, интенсивный дрейф льдов, обледенение судов; отрыв прибрежных льдов с людьми на внутренних и внешних водоемах; другие опасные морские гидрометеорологические явления); природные пожары;
- столкновение крупного метеорита, астероида, кометы или иного небесного тела с Землёй и другие источники.

К источникам чрезвычайных ситуаций техногенного характера относятся:

- крушения грузовых и пассажирских поездов, поездов метрополитенов;
- кораблекрушения грузовых и пассажирских судов;
- авиационные катастрофы, в том числе ракетно-космические катастрофы;
- катастрофы на федеральных автомобильных трассах с грузовым и пассажирским транспортом;
- аварии на магистральных газо-, нефте-, продуктопроводах; взрывы (внезапное обрушение) в зданиях и сооружениях, в том числе на объектах промышленности, социально-бытового и культурного назначения;
- выброс опасных химических и биологических веществ;
- радиационные аварии;
- аварии на электроэнергетических системах;
- аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, в том числе на тепловых сетях в холодное время года; гидродинамические аварии;
- гуманитарная катастрофа (массовое переселение населения из других регионов Российской Федерации и сопредельных государств), связанная с гибелью людей, угрозой их жизни и здоровью в условиях военных конфликтов, в том числе за пределами территории Российской Федерации; другие техногенные источники чрезвычайных ситуаций.

Целью прогнозирования техногенных чрезвычайных ситуаций является заблаговременное получение качественной и количественной информации о возможном времени и месте техногенных чрезвычайных ситуаций, характере и степени связанных с

ними опасностей для населения и территорий и оценка возможных масштабов и ущерба от чрезвычайных ситуаций.

При прогнозировании ЧС техногенного характера решаются следующие основные задачи:

- выявление и идентификация потенциально опасных зон с возможными источниками чрезвычайных ситуаций техногенного характера;
- разработка возможных вариантов возникновения и развития чрезвычайной ситуации, моделирование развития чрезвычайной ситуации;
- оценка вероятности (частоты) возникновения чрезвычайной ситуации по различным сценариям;
- моделирование параметров полей поражающих факторов источников чрезвычайной ситуации;
- прогнозирование обстановки (инженерной, пожарной, медицинской и др.) в районе возможной чрезвычайной ситуации с целью планирования контрмер и необходимых сил и средств для проведения защитных мероприятий и ликвидации чрезвычайной ситуации;
- прогнозирование и оценка возможных социально-экономических и экологических последствий (потери, ущерб);
- оценка показателей риска и построение карт (полей) риска.



## **ТЕМА № 6. Авиация и государственная инспекция по маломерным судам в структуре МЧС России**

Учебные вопросы:

1. Авиация в системе МЧС России;
2. Государственная инспекция по маломерным судам Российской Федерации в системе МЧС России.

### **Введение.**

Авиация МЧС России была образована 10 мая 1995 г. в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации № 457 "О создании Государственного унитарного авиационного предприятия МЧС России". Сегодня авиация Министерства выполняет широкий круг задач, главная из которых – авиационное обеспечение экстренного реагирования сил «чрезвычайного» ведомства при возникновении крупномасштабных аварий и катастроф природного и техногенного характера. В рамках этой задачи на место ЧС доставляются спасатели, медики, снаряжение и оборудование. Другая важная задача – участие авиации в поисково-спасательных работах, включающих в себя воздушную разведку местности, наведение поисково-спасательных групп на объекты поиска, десантирование спасателей, эвакуацию пострадавших из районов ЧС.

Авиация МЧС выполняет, кроме того, авиационно-спасательные работы, непосредственно связанные с ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций. В первую очередь это относится к тушению пожаров с воздуха, причем как в России, так и за рубежом.

В рамках международной деятельности Министерства авиация привлекается для доставки гуманитарной помощи и других жизненно важных грузов в зарубежные страны и эвакуации из «горячих точек» российских граждан и подданных стран СНГ.

Основным авиационным формированием МЧС России является Федеральное государственное унитарное авиационное предприятие, которое было создано для оперативного реагирования на возникающие чрезвычайные ситуации, проведения специальных поисково-спасательных операций, своевременной доставки сил и средств в районы аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Осуществлению экстренного реагирования на чрезвычайные ситуации способствует развитие современных авиационных технологий спасения как наиболее эффективных способов реагирования на чрезвычайные ситуации и спасения терпящих бедствие людей.

### **Вопрос № 1 Авиация в системе МЧС России**

Департамент авиационно-спасательных технологий и беспилотной авиации

#### **Организует:**

- управление авиационными формированиями центрального подчинения, планирование и руководство применением авиации;
- оперативное использование авиации при ЧС, доставку спасателей и грузов, а также воздушных перевозок в системе МЧС России;
- подготовку авиационных формирований МЧС России;
- профессиональную подготовку, повышение квалификации летного и инженерно-технического состава, специалистов тыла и связи авиационных формирований МЧС России;
- инженерно-авиационное и аэродромно-техническое обеспечение деятельности авиационных формирований МЧС России, определяет требования к эксплуатации авиационной техники и вооружения, средств наземного обеспечения полетов;

- проведение профилактических мероприятий по обеспечению безопасности полетов, предупреждению аварийности в авиационных формированиях МЧС России, расследование, учет и анализ летных происшествий и инцидентов;
- проведение сборов, итоговых проверок, контрольных занятий, внезапных проверок боевой готовности и готовности к действиям по ЧС, комплексных и целевых проверок хода боевой подготовки авиационных формирований МЧС России.

#### **Осуществляет:**

- контроль за наличием и расходом финансовых и материальных средств, горючего и смазочных материалов авиационной номенклатуры;
- деятельность по участию в подготовке и реализации договоров по использованию авиации для доставки спасателей и грузов, в том числе международных;
- участие в подборе и расстановке руководящего летного и инженерно-технического состава, специалистов тыла, связи и радиотехнического обеспечения авиации МЧС России.

Сегодня авиация Министерства выполняет широкий круг задач, главная из которых - **авиационное обеспечение экстренного реагирования сил "чрезвычайного" ведомства при возникновении крупномасштабных аварий и катастроф природного и техногенного характера.**

В рамках этой задачи на место ЧС доставляются спасатели, медики, снаряжение и оборудование.

Другая важная задача - участие авиации в поисково-спасательных работах, включающих в себя воздушную разведку местности, наведение поисково-спасательных групп на объекты поиска, десантирование спасателей, эвакуацию пострадавших из районов ЧС.

Авиация МЧС выполняет, кроме того, авиационно-спасательные работы, непосредственно связанные с ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций. В первую очередь это относится к тушению пожаров с воздуха, причем как в России, так и за рубежом.

В рамках международной деятельности Министерства авиация привлекается для доставки гуманитарной помощи и других жизненно важных грузов в зарубежные страны и эвакуации из "горячих точек" российских граждан и подданных стран СНГ.

#### **Статистика.**

В 1995-2015 гг. авиация МЧС участвовала более чем в 350 спасательных и гуманитарных операциях международного, федерального и регионального уровней. Многие из того, что было сделано авиацией МЧС за прошедшие 15 лет, было сделано впервые в истории Министерства, России и мира.

В 2015 г. авиация Министерства по чрезвычайным ситуациям выполнила более 11 тысяч полетов, в том числе в зоны чрезвычайных ситуаций. Самолеты и вертолеты "чрезвычайного" ведомства перевезли в общей сложности около 18 тысяч человек и 14 тысяч тонн гуманитарных и специальных грузов.

Руководство Министерства высоко ценит труд своих авиаторов. Свыше 300 летчиков, инженеров и техников награждено высокими государственными наградами.

#### **Структура МЧС России.**

Основным авиационным формированием МЧС России является Федеральное государственное унитарное авиационное предприятие, которое было создано для оперативного реагирования на возникающие чрезвычайные ситуации, проведения специальных поисково-спасательных операций, своевременной доставки сил и средств в районы аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Авиация МЧС также имеет в своем составе базу аэродромно-технического и материального обеспечения на аэродроме "Раменское" и региональные подразделения:

- 172-ю отдельную смешанную авиационную эскадрилью (ОСАЭ) на аэродроме "Добрынское" (г. Владимир) для авиационного обеспечения сил Центрального и Южного региональных центров МЧС России;
- 235-ю ОСАЭ на аэродромах "Черемшанка" и "Емельяново" (г. Красноярск) для авиационного обеспечения сил Сибирского регионального центра МЧС России;
- 171-ю ОСАЭ на аэродроме "Хабаровск центральный" (г. Хабаровск) для авиационного обеспечения сил Дальневосточного регионального центра МЧС России.

#### **Техническое оснащение.**

Сегодня авиация Министерства насчитывает в своем составе 45 воздушных судов - двенадцать типов самолетов и вертолетов. Принимая во внимание интенсивность работы авиации МЧС, прогнозы специалистов относительно возможных чрезвычайных ситуаций в России, необходимость оказания специализированной помощи по заявкам других государств - это минимально необходимый состав, а оптимальное количество летательных аппаратов, которым должно располагать "чрезвычайное" ведомство, - 60.

Самолетный парк (15 единиц) состоит из воздушных пунктов управления на базе самолетов Ил-62М и Як-42Д, транспортно-десантных Ил-76ТД и специальных Бе-200ЧС, транспортных самолетов короткого взлета и посадки Ан-74П, незаменимых на аэродромах Сибири и Дальнего Востока, и многоцелевых Ан-3Т.

Вертолетный парк (30 единиц) включает в себя универсальные машины Ми-8 и Ка-32, легкие аварийно-спасательные вертолеты Бо-105 и БК-117, а также тяжелые многоцелевые вертолеты Ми-26Т.

В настоящее время вертолеты МЧС оснащаются поисковыми фарами, лебедками ЛПГ-300 и аппаратурой спутниковой навигации для работы в темное время суток, в северных широтах и над безориентирной местностью.

МЧС - первый заказчик серийной партии нового самолета-амфибии Бе-200, по своим техническим характеристикам не имеющего аналогов в мире. Вариант Бе-200ЧС, разработанный с учетом требований Министерства по чрезвычайным ситуациям, предназначен для выполнения поисково-спасательных операций, доставки групп спасателей и специального оборудования в районы бедствий, эвакуации пострадавших, а также тушения крупных очагов пожаров. За одну заправку топливом он способен сбросить на очаг пожара более 300 тонн воды, работая в радиусе до 100 км от аэродрома. Сегодня в составе авиации МЧС России семь самолетов Бе-200ЧС.

Самолеты Бе-200ЧС будут задействоваться также в операциях, проводимых в рамках Черноморского экономического соглашения, которое координирует экологические и гуманитарные действия стран Черноморского бассейна.

Многоцелевой турбовинтовой самолет Ан-3Т, оснащенный современной авионикой, способен перевозить 2 тонны груза на дальность до 1250 км с крейсерской скоростью 250 км/ч. В составе авиации МЧС имеется шесть таких машин.

Важной особенностью варианта Ан-3Т при эксплуатации в МЧС станет оснащение его съемными поплавками, которые могут быть установлены вместо штатного колесного шасси. Это значительно расширяет возможности базирования машины и позволяет использовать ее в качестве противопожарного самолета (с забором воды с поверхности водоема).

Разработанные и внедренные под руководством специалистов Управления авиации МЧС России новейшие авиационно-спасательные технологии и технологии пожаротушения завоевали авторитет не только в нашей стране, но и в мире.

В настоящее время на базе этих технологий успешно действуют аэромобильные спасательные комплексы (АСК). Они представляют собой сложные системы, объединяющие технические возможности авиационной и спасательной техники в сочетании с высоким профессиональным мастерством лётных экипажей и спасателей.

Основу АСК составляет транспортный самолёт Ил-76ТД, который доставляет в район чрезвычайной ситуации составляющие комплекса, в том числе вертолеты легкого класса Бо-105 и БК-117. Они могут вести поиск терпящих бедствие и эвакуировать пострадавших из района катастрофы, а самолет Ил-76ТД, превратившись в "пожарный бомбардировщик", тушить лесные пожары с высоты 50-100 м. Для этой задачи он оборудуется не имеющими аналогов в мире выливными авиационными приборами ВАП-2, которые вмещают 42 тонны воды.

Уникальны и технологии тушения очаговых пожаров с вертолетов Ми-8, Ка-32 и Ми-26 с использованием водосливных устройств ВСУ-5 и ВСУ-15.

Для ликвидации последствий крупных разливов нефтепродуктов на морских акваториях были разработаны система ВОП-3 (вертолётный опрыскиватель подвесной) и способы очистки загрязненных участков побережья при помощи специальных диспергентов и биопрепаратов, а также дегазации и дезактивации зараженных участков местности.

#### **План реорганизации авиационных подразделений МЧС России.**

27 октября 2004 г. коллегия Министерства рассмотрела вопрос реорганизации авиационных подразделений МЧС России. В соответствии с новой концепцией авиацию МЧС планируется реформировать в два этапа.

На первом, до 1 января 2006 г., реорганизовано в Федеральное государственное унитарное авиационное предприятие, в Федеральное государственное авиационное учреждение - Авиационно-спасательный центр МЧС России. В его состав вошли Управление, Центральный авиационно-спасательный отряд, а также Сибирский и Дальневосточный авиационно-спасательные отряды.

На втором этапе - в 2005-2008 гг. - реформированы летные и инженерно-авиационные подразделения отдельных смешанных авиационных эскадрилий.

База аэродромно-технического и материального обеспечения МЧС России реформирована в Центральную авиационную базу.

Руководство действиями авиации осуществляет Управление авиации и авиационно-спасательных технологий МЧС России (центральный аппарат Министерства) и отделы авиации (и авиационно-спасательных технологий) Северо-Западного, Южного, Уральского, Сибирского и Дальневосточного региональных центров. С 1 октября 2015 года Управление авиации и авиационно-спасательных технологий МЧС России, был преобразован в Департамент авиационно-спасательных технологий и беспилотной авиации МЧС России. Возглавляет Департамент авиационно-спасательных технологий и беспилотной авиации МЧС России Свительский Владимир Николаевич.

#### **Перспективы развития.**

Важным приоритетом в работе авиаторов МЧС остается освоение новых самолётов - Бе-200ЧС и Ан-3Т, а также вертолетов легкого класса Ка-226А которыми оснащены авиаподразделения. Помимо этого, предстоит большая работа по совершенствованию авиационно-спасательных технологий поиска и спасения людей на водных объектах и пожаротушения.

Не менее важные задачи, которые еще предстоит решить, - совершенствование нормативно-правовой базы, упрощающей процедуру полётов над крупными городами страны, а также создание современной материально-технической базы.

В планах у авиаторов МЧС - активное участие в создании эффективных механизмов предупреждения аварий и катастроф. Важную роль в этом направлении должно сыграть своевременное применение авиации для воздушной, радиационной и химической разведки в зонах ЧС, оценки противопаводковой обстановки и организации борьбы с ледовыми заторами.

## **Спасательная авиация МЧС России**

Ни одна крупная операция по ликвидации чрезвычайных ситуаций не выполняется без применения авиационных средств. За три неполных года существования **авиации МЧС России** ее самолетами выполнено свыше 500 рейсов, перевезено более 7 тыс. тонн грузов гуманитарной помощи и средств ликвидации чрезвычайных ситуаций, эвакуировано из «горячих точек» более 2 тыс. человек. Самолеты с надписью: «МЧС России» побывали с гуманной миссией в 23 странах мира. Особому испытанию **спасательная авиация** министерства подверглась в наиболее острый период вооруженного конфликта на территории Чеченской Республики. Был налажен воздушный гуманитарный мост Москва - Грозный, по которому в Чечню практически ежедневно доставлялись медикаменты, продовольствие, инженерная техника, а обратно вывозились больные и раненые. Российские автомобильные отряды, доставлявшие гуманитарные грузы населению, пострадавшему от этнических конфликтов в Руанде, Танзании и Заире также были переброшены в Африку **спасательной авиацией**. Самолеты Ил-76 тушили пожары на складах боеприпасов в Армении и Приморье, боролись с огнем в лесных массивах Подмосковья, Сибири, на Северном Кавказе, Дальнем Востоке, заливали горящие отходы нефтепродуктов в отстойнике Волгограда. **Воздушные суда МЧС России**, как правило, многофункциональны. Так, например, самолет Ил-76 имеет несколько вариантов использования. Для осуществления пожаротушения в него устанавливается выливной авиационный прибор, вмещающий 42 тонны огнегасящей жидкости. В целях доставки в труднодоступные районы экспедиционного госпиталя в салон загружаются на парашютных платформах **медицинское оборудование**, госпитальные пневмокаркасные модули и автомашина «скорой помощи». В интересах поддержки операций при наводнениях самолет перевозит поисковую плавающую машину и машину инженерно-технического обеспечения.

В Ил-76 могут быть погружены два **малогабаритных спасательных вертолета БО-105** вместе с машиной управления. Таким образом они доставляются на ближайший к месту чрезвычайной ситуации аэродром в любом районе планеты, где в течение 20 мин приводятся в готовность к вылету и могут приступать к работе. Эта уникальная авиационно-спасательная технология, реализующая выполнение **поисковых авиационных работ** в так называемом «глобальном радиусе», создана по инициативе МЧС России благодаря сотрудничеству российских и немецких авиастроителей.

Она уже не раз применялась при проведении **поисковых работ**, в том числе при авиакатастрофах в Хабаровском крае и во Вьетнаме. Тогда из Москвы самолетом Ил-76 вертолет БО-105 был доставлен на Дальний Восток, где при температуре -30 °С участвовал в поисках упавшего пассажирского авиалайнера. После этого он был переброшен во Вьетнам - там в условиях тропической непогоды со средней температурой +28 °С экипаж вертолета со спасателями Центроспаса вел поиски разбившихся российских истребителей. Сложнейшая для людей и техники задача была выполнена мастерски: место катастрофы найдено, тела погибших и специальные приборы извлечены из ущелья и эвакуированы в Россию.

**Вертолет БО-105** получил «прописку» в Москве, стал воздушной «скорой помощью» для пострадавших в дорожных авариях. Время их доставки в НИИ СП им. Склифосовского после вызова вертолета из любой точки Москвы составляет менее 20 мин. Во время перелета пострадавшие получают медицинскую помощь. Их шансы выжить теперь значительно возросли.

**Самолеты Ан-74** доставляли спасателей и их мобильный лагерь на ледовое поле вблизи Северного полюса. Специальная группа спасателей-десантников прыгнула на полюс с парашютами, пробуя свои возможности в проведении спасательных операций в сложных условиях Арктики.

Каждая **авиационно-спасательная операция** сложна по исполнению и требует высокой подготовки пилотов, штурманов, других членов экипажей, наземных служб, спасателей.

Несмотря на эффективность проведения поисково-спасательных работ с использованием вертолета, существует немало ограничений. **Вертолет** не может совершать посадку на высоте более 6000 метров, в узких ущельях, на крутых склонах, вершинах, при отсутствии площадок для посадки, внезапном ухудшении погоды, резком усилении ветра и изменении его направления, при тумане, облачности, грозе, снегопаде. Поэтому одновременно с планированием участия **вертолета в ПСР** необходимо наметить наземные варианты поиска и спасения пострадавших.

#### Основные характеристики самолетов и вертолетов

Тип самолета, вертолета	Число пассажирских мест	Практическая дальность полета, км	Техническая скорость, км/час	Необходимая длина взлетно-посадочной полосы, м
<b>Ил-86</b>	350	3030	806	2600
<b>Ил-62</b>	168	7440	810	3000
<b>ИЛ-62М</b>	168	8020	812	3000
<b>Ту-154Б</b>	164	2790	791	2500
<b>Ил-18В,Е</b>	100	3840	600	1920
<b>Ту-134А</b>	76	1570	718	2300
<b>Ту- 134</b>	72	1800	726	2420
<b>Ан-24</b>	50	190	355	1600
<b>АН-24РВ</b>	50	510	391	1600
<b>ЯК-40</b>	30	775	463	1400
<b>Як-42</b>	120	2360	800	1800
<b>Л-410М</b>	15	180	290	1000
<b>Л-410УВП</b>	12	300	297	860
<b>Ан-2</b>	12	1365	217	650
<b>МИ-2</b>	8	185	180	35
<b>Ми-6</b>	30	615	235	200
<b>Ми-8</b>	28	550	205	120
<b>Ка-26</b>	7	500	140	35

#### МЧС закупит новые самолеты и вертолеты

МЧС России в рамках развития авиационно-спасательных технологий планирует оснастить свои авиационные подразделения двухдвигательным вертолетом нового поколения AgustaWestland, сборка которого уже осуществляется на заводе в Подмосковье.



В настоящее время в структуре МЧС имеется восемь авиационно-спасательных центров, которые дислоцируются в городе Жуковский (Московская область), петербургском “Пулково-2”, Ростове-на-Дону, Нижнем Новгороде, Екатеринбурге, Минеральных Водах, а также Красноярске и Хабаровске. В зону ответственности авиационно-спасательного центра “Южный” (Ростов-на-Дону) также входит Крым.

В авиапарке министерства сейчас более 70 воздушных судов самых разных типов и классов. Это транспортные Ил-76, амфибии Бе-200, самолеты Ан-148, которые используются для санитарной эвакуации. Основу вертолетного парка МЧС составляют Ми-8 и Ка-32. Кроме того, есть самые крупные в мире транспортные вертолеты Ми-26, а также легкие аварийно-спасательные вертолеты Бо-105 и БК-117, которые используются для проведения спасательных работ в сложных условиях.

“Оснащение авиации современными самолетами и вертолетами отечественного производства (Суперджет-100, Ил-76, Ту-214, Ми-8МТВ, Агуста и другие)”, – говорится в материалах “МЧС-2030: современные технологии государственного управления в сфере безопасности жизнедеятельности населения”, имеющих в распоряжении РИА Новости.

## **Вопрос № 2. Государственная инспекция по маломерным судам Российской Федерации в системе МЧС России.**

**Государственная инспекция по маломерным судам Российской Федерации (ГИМС России)** – это территориальный орган ГИМС МЧС России исполняющий государственную функцию по надзору на водных объектах за пользованием маломерными судами, базами (сооружениями) для их стоянок и иными объектами (пляжи, переправы и наплавные мосты).

Была образована постановлением Совета Министров РСФСР от 15 июня 1984 года № 259 и до февраля 2004 года находилась в ведении Минжилкомхоза РСФСР, Минархстроя России, Минэкологии России, Минприроды России, Госкомэкологии России и МПР России.

### **Основные задачи ГИМС МЧС России:**

- осуществление государственного и технического надзора за маломерными судами и базами (сооружениями) для их стоянок и их использованием во внутренних водах и в территориальном море Российской Федерации;
- осуществление безопасности людей на водных объектах (в пределах своей компетенции).

### **Основные функции ГИМС МЧС России**

- организует в пределах своей компетенции надзор и контроль за выполнением требований по обеспечению безопасности людей и охраны жизни людей на базах (сооружениях) для стоянок маломерных судов, пляжах, переправах и наплавных мостах;
- осуществляет в установленном порядке классификацию, государственную регистрацию, учет, первичные и ежегодные технические освидетельствования, и осмотры маломерных судов, присвоение им государственных (бортовых) номеров, выдачу судовых билетов и иных документов на зарегистрированные маломерные суда;
- осуществляет учет, ежегодное техническое освидетельствование баз (сооружений) для стоянок маломерных судов, пляжей, переправ и наплавных мостов, выдачу разрешений на эксплуатацию баз (сооружений) для стоянок маломерных судов, переправ и наплавных мостов, а также разрешений на пользование пляжами;
- осуществляет аттестацию судоводителей и выдачу им удостоверений на право управления маломерным судном;
- осуществляет в установленном порядке производство по делам об административных правонарушениях в пределах своей компетенции;
- участвует в поиске и спасании людей на водных объектах;
- осуществляет ведение единого реестра зарегистрированных маломерных судов и государственный учет выдаваемых удостоверений на право управления маломерными судами, регистрационных и иных документов, необходимых для допуска маломерных судов и судоводителей к участию в плавании.

### **Состав системы ГИМС МЧС России:**

- Управление государственной инспекции по маломерным судам МЧС России;
- 6 отделов ГИМС в составе региональных центров МЧС России;
- 88 территориальных органов ГИМС (отделов) в составе главных управлений МЧС России по субъектам РФ;
- 82 центра ГИМС МЧС России по субъектам РФ, в состав которых входят 110 инспекторских отделений, 512 инспекторских участков, 89 групп технического надзора, 94 группы регистрационной и экзаменационной работы, 138 групп патрульной службы;
- государственное учреждение «Центр обеспечения деятельности ГИМС МЧС России».

Штатная численность ГИМС МЧС России в настоящее время составляет 5602 человека, из них государственных инспекторов по маломерным судам – 3022 человека, в том числе в центрах ГИМС по субъектам РФ – 2546 человек.

### **Маломерным судном является и подлежит регистрации в ГИМС МЧС РФ:**

- морское прогулочное судно (катер, мощностью более 75 л.с.);
- катер (судно со стационарным двигателем, мощностью менее 75 л.с.);
- моторная лодка (судно с подвесными моторами, независимо от мощности);
- водный мотоцикл (гидроцикл);
- парусно-моторное судно;
- гребная лодка грузоподъемностью 100 кг и выше;
- надувное судно (резиновая или из другого материала лодка) грузоподъемностью 225 кг и выше;
- байдарка грузоподъемностью 150 кг и выше;
- несамоходное судно вместимостью менее 80 тонн (плавдача, понтон, иное плавучее средство).



### **Структура ГИМС МЧС России в Уральском федеральном округе.**

ГИМС МЧС России по субъектам Российской Федерации осуществляет свои функции через отдел ГИМС, входящий в состав Главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, а также подразделения центра ГИМС МЧС России по субъектам Российской Федерации, осуществляющие технический надзор, регистрационную и экзаменационную работу, патрульную службу, диагностику и проведение технических освидетельствований (осмотров) маломерных судов и другие функции в области пользования маломерными судами. В Уральском федеральном округе имеется 6 Центров государственной инспекции маломерных судов ГИМС МЧС России по субъектам Российской Федерации (Курганской, Свердловской, Тюменской, Челябинской областям, ХМАО-Югре и ЯНАО), имеющих в своем составе 166 государственных инспекторов по маломерным судам.

В период своей деятельности в составе МЧС России с 2005 по 2015 годы Государственной инспекцией по маломерным судам МЧС России Уральского региона:

зарегистрировано более 128 тысяч маломерных судов, аттестовано 48 тысяч судоводителей маломерных судов;

проведены технические освидетельствования: около 4,0 тысяч баз (сооружений) для стоянок маломерных судов, более 4,0 тысяч пляжей, 4,8 тысячи ледовых переправ;

проведено более 35 тысяч рейдов и патрулирований, в ходе которых выявлено 32 тысячи правонарушений.

С момента образования Государственной инспекции по маломерным судам на водных объектах сотрудниками ГИМС спасено около 380 человек, количество происшествий и гибели людей на водных объектах уменьшилось в 2,5 раза, произошло значительное снижение аварийности с маломерными судами.

Государственные инспекции по маломерным судам постоянно принимают участие в ликвидации чрезвычайных ситуаций на водоемах субъектов, региона и крупномасштабной ЧС по наводнению в Дальневосточном ФО. За профессионализм и мужество проявленных в ходе ликвидации ЧС и исполнении служебных обязанностей более 50 сотрудников ГИМС региона награждены ведомственными наградами.

В Уральском региональном центре МЧС России с 1 мая 2015 года отдел ГИМС сокращен. Обязанности отдела ГИМС в региональном центре распределены между управлениями гражданской защиты, поисково-спасательных сил и специальных формирований, и материально-технического обеспечения.

## **ТЕМА № 7. Законодательные и иные нормативные правовые акты в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера**

### **Целью данной лекции является:**

Ознакомить Вас с нормативной правовой базой в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера. Дать понятие основным критериям и правилам отнесения территорий к группам по гражданской обороне и порядок отнесения организаций к категориям по ГО, а также дать классификацию ЧС природного и техногенного характера.

### **В ходе лекции нами будут рассмотрены следующие вопросы:**

- 1) Законодательные и иные нормативные правовые акты в области гражданской обороны.
- 2) Законодательные и иные нормативные правовые акты в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

## **ВВЕДЕНИЕ**

История развития современной цивилизации представляет собой сложный и противоречивый процесс, в котором тесно переплетаются порядок и хаос, устойчивость и уязвимость, поступательность и бифуркации, созидание и разрушение. Решение актуальных проблем политики и экономики отдельных государств и международного сообщества, достигаемое благодаря прогрессу в науке, технике и производстве, сменяется неопределённостью ситуации, которая связана с появлением новых проблем природного, техногенного, социального характера, обострение которых чревато угрозами нормальной, повседневной деятельности людей, их здоровью и жизни.

Обращение к истории человечества показывает, что в состоянии стабильности и мира народы и страны пребывали всего лишь около пяти процентов своего существования, проводя подавляющую его часть в разрешении конфликтов между собой и природой.

За последние 30 лет от чрезвычайных ситуаций пострадало более 3 миллиардов человек, из них погибло более 4 миллионов человек. Прямой экономический ущерб составил 337 миллиардов долларов. От чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера ежегодно человечество теряет до 5-10% совокупного валового продукта. Среднегодовой рост социально-политических и экономических потерь от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера составил по числу погибших 43%, по числу пострадавших - 9% и по материальному ущербу - свыше 10%.

В Российской Федерации за последние два десятилетия резко обострились проблемы обеспечения безопасности населения и территории страны в связи с наметившимся ростом чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, а также увеличением числа проявлений терроризма и расширением причин и возможностей развязывания войн в мире.

Чрезвычайные ситуации природного характера обусловлены явлениями и процессами в природе, приводящими к стихийным бедствиям. В год на Земле возникает более 5 миллионов пожаров, примерно 100 тысяч гроз, около 10 тысяч наводнений, тысячи землетрясений, ураганов, оползней, тайфунов, сотни извержений вулканов и тропических циклонов. Например, на территории Российской Федерации ежегодно возникает около 300 тысяч пожаров, от которых погибает примерно 15 тысяч человек, материальные потери превышают 20 миллиардов рублей.

Многие чрезвычайные ситуации связаны с хозяйственной деятельностью человека, масштабы которой быстро растут. Наличие в Российской Федерации большого количества потенциально опасных объектов и, прежде всего радиационно-опасных и химически опасных, в случае их аварий и разрушений может привести к непоправимым последствиям. По расчётам специалистов, возможная авария на десяти атомных электростанциях,

расположенных на территории Российской Федерации, может привести к радиоактивному загрязнению территории с населением свыше 120 миллионов человек, а аварии на 2600 химически опасных объектах - к химическому заражению территории с населением около 60 миллионов человек.

Государство призвано оперативно принять меры, чтобы с наименьшими потерями урегулировать кризисные ситуации. Если оно своевременно не находит или объективно не может дать эффективного ответа на возникающие угрозы, то возникают катастрофы и бедствия, конфликты и беспорядки, революции, мятежи или акты терроризма - всё то, что нарушает и разрушает непрерывность развития и целостность социально-экономических и политических систем.

В настоящее время государственное управление немыслимо без административно-правовых режимов. Современная государственно-правовая ситуация в Российской Федерации, стремление федеральных органов власти обеспечить единство и стабильность осуществления государственной власти на всей территории страны приводят к необходимости совершенствования правовых режимов и разработки конституционно-правовых механизмов, направленных на их обеспечение.

«Гражданская оборона на современном этапе является важной государственной системой, решающей задачи не только в рамках оборонного строительства, но и обеспечивающей безопасность государства и его граждан от угроз и вызовов мирного времени. Мероприятия по ГО становятся все более востребованными, социально ориентированными и направленными на обеспечение безопасности жизнедеятельности населения, что обуславливает необходимость повышения готовности гражданской обороны к функционированию в мирное и военное время, её совершенствование и развитие ...».

**В.А. Пучков**

### **Вопрос № 1 Законодательные и иные нормативные правовые акты в области гражданской обороны.**

#### **Перечень основных нормативно-правовых актов в области организации гражданской обороны:**

1. *Федеральный закон от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне»;*
2. *Указ Президента РФ от 30 сентября 2011 г. № 1265 «О спасательных воинских формированиях Министерства РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий» – утверждает Положение о спасательных воинских формированиях МЧС России, их структуру и состав;*
3. *[Положение](#) о гражданской обороне в РФ, утверждено [постановлением](#) Правительства РФ от 26 ноября 2007 г. № 804;*
4. *[Порядок](#) отнесения территорий к группам по гражданской обороне, утвержден [постановлением](#) Правительства РФ от 3 октября 1998 г. № 1149*
5. *[Порядок](#) создания убежищ и иных объектов ГО утвержден [постановлением](#) Правительства РФ от 29 ноября 1999 г. № 1309;*
6. *[Положение](#) о накоплении, хранении и использовании в целях ГО запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств утверждено [постановлением](#) Правительства РФ от 27 апреля 2000 г. № 379;*
7. *[Положение](#) об организации обучения населения в области ГО, утвержденное [постановлением](#) Правительства РФ от 2 ноября 2000 г. № 841;*
8. *[Положение](#) о создании (назначении) в организациях структурных подразделений (работников), уполномоченных на решение задач в области ГО (утв. [постановлением](#) Правительства РФ от 10 июля 1999 г. № 782).*

**Порядок отнесения территорий к группам по гражданской обороне (утв. постановлением Правительства РФ от 3 октября 1998 г. N 1149).**

Порядок, разработанный в соответствии с Федеральным законом "О гражданской обороне", определяет основные критерии и правила отнесения территорий к группам по гражданской обороне.

Отнесение территорий к группам по гражданской обороне осуществляется с целью заблаговременной разработки и реализации мероприятий по гражданской обороне в объеме, необходимом и достаточном для предотвращения чрезвычайных ситуаций и защиты населения от поражающих факторов, и последствий чрезвычайных ситуаций в военное и мирное время, с учетом мероприятий по защите населения и территорий в связи с чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Отнесение территорий городов или иных населенных пунктов к группам по гражданской обороне осуществляется в зависимости от их оборонного и экономического значения, численности населения, а также нахождения на территориях организаций, отнесенных к категориям по гражданской обороне особой важности, первой и второй или представляющих опасность для населения и территорий в связи с возможностью химического заражения, радиоактивного загрязнения или катастрофического затопления.

Для территорий городов и иных населенных пунктов устанавливаются особая, первая и вторая группы по гражданской обороне.

**К особой группе территорий** по гражданской обороне относятся территории городов федерального значения.

**К первой группе территорий** по гражданской обороне относится территория города, если:

- численность населения превышает 1000 тыс. человек;
- численность населения составляет от 500 тыс. человек до 1000 тыс. человек и на ней расположены не менее трех организаций особой важности по гражданской обороне или более 50 организаций первой (второй) категории по гражданской обороне;
- более 50 процентов населения либо территории города попадают в зону возможного химического заражения, радиоактивного загрязнения или катастрофического затопления.

**Ко второй группе территорий** по гражданской обороне относится территория города, если:

- численность населения составляет **от 500 тыс. человек до 1000 тыс. человек;**
- численность населения составляет **от 150 тыс. человек до 500 тыс. человек** и на ней расположены не менее двух организаций особой важности по гражданской обороне либо **более 20** организаций первой (второй) категории по гражданской обороне;
- **более 30** процентов населения либо территории города попадают в зону возможного химического заражения, радиоактивного загрязнения или катастрофического затопления.

**Ко второй группе территорий** по гражданской обороне относятся также территории закрытых административно-территориальных образований.

Предложения по отнесению территорий к группам по гражданской обороне подготавливаются органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления.

Органы местного самоуправления по запросу органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации подготавливают согласованные с соответствующими главными управлениями Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъектам Российской Федерации предложения по отнесению территорий к группам по

гражданской обороне и вносят их в органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации разрабатывают на основе материалов, представляемых органами местного самоуправления, предложения по отнесению территорий к группам по гражданской обороне и направляют их в Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, и Министерство экономического развития Российской Федерации.

Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий совместно с Министерством экономического развития Российской Федерации обобщают предложения органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и представляют в Правительство Российской Федерации проект перечня территорий, отнесенных к группам по гражданской обороне.

Перечень территорий, отнесенных к группам по гражданской обороне, уточняется Правительством Российской Федерации по мере необходимости, но не реже одного раза в пять лет, по представлению Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и Министерства экономического развития Российской Федерации.

#### **ПОРЯДОК ОТНЕСЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ К КАТЕГОРИЯМ ПО ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЕ (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 19 сентября 1998 г. № 1115).**

Отнесение организаций к категориям по гражданской обороне осуществляется в целях сохранения этих организаций и защиты их персонала от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, путем заблаговременной разработки и реализации мероприятий по гражданской обороне.

##### **Устанавливаются следующие категории по гражданской обороне:**

- особой важности;
- первой категории;
- второй категории.

Основными показателями для отнесения организаций к категориям по гражданской обороне являются:

- численность работающих (общая, наибольшей работающей смены) в военное время;
- объем выпускаемой продукции (работ, услуг) для государственных нужд в военное время.

Дополнительные показатели для отнесения организаций к категориям по гражданской обороне устанавливает МЧС России с участием Министерства экономики Российской Федерации и по согласованию с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

#### **Вопрос № 2. Законодательные и иные нормативные правовые акты в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.**

**Чрезвычайная ситуация** - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы,

ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

**Перечень основных нормативно-правовых актов в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера:**

1. *Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера»;*
2. *Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС»;*
3. *Постановление Правительства РФ от 8 ноября 2013 г. № 1007 «О силах и средствах единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС»;*
4. *Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций»;*
5. *Порядок сбора и обмена в РФ информацией в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, утвержденный постановлением Правительства РФ от 24 марта 1997 г. № 334;*
6. *Положение о подготовке населения в области защиты от ЧС природного и техногенного характера, утвержденное постановлением Правительства РФ от 4 сентября 2003 г. № 547;*
7. *Положение о порядке создания и использования резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, утвержденное постановлением Правительства РФ от 10 ноября 1996 г. № 1340.*

**Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».**

Во исполнение Федерального закона "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" Правительство Российской Федерации постановляет:

**Чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера классифицируются на:**

**чрезвычайную ситуацию локального характера** – в результате, которой территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация и нарушены условия жизнедеятельности людей (далее – зона чрезвычайной ситуации), не выходит за пределы территории объекта, при этом количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью (далее – количество пострадавших), составляет **не более 10 человек** либо размер ущерба окружающей природной среде и материальных потерь (далее – размер материального ущерба) составляет **не более 100 тыс. рублей;**

**чрезвычайную ситуацию муниципального характера** – в результате которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения, при этом количество пострадавших составляет **не более 50 человек** либо размер материального ущерба составляет **не более 5 млн. рублей**, а также данная чрезвычайная ситуация не может быть отнесена к чрезвычайной ситуации локального характера;

**чрезвычайную ситуацию межмуниципального характера** – в результате, которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию, при этом количество пострадавших составляет не более **50 человек** либо размер материального ущерба составляет **не более 5 млн. рублей;**

**чрезвычайную ситуацию регионального характера** – в результате, которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного субъекта Российской Федерации;

Федерации, при этом количество пострадавших составляет **свыше 50 человек**, но не более **500 человек** либо размер материального ущерба составляет **свыше 5 млн. рублей**, но не более **500 млн. рублей**;

**чрезвычайную ситуацию межрегионального характера** – в результате, которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более субъектов Российской Федерации, при этом количество пострадавших составляет **свыше 50 человек**, но не более **500 человек** либо размер материального ущерба составляет **свыше 5 млн. рублей**, но не более **500 млн. рублей**;

**чрезвычайную ситуацию федерального характера** - в результате, которой количество пострадавших составляет **свыше 500 человек** либо размер материального ущерба составляет **свыше 500 млн. рублей**.

Приказ Министра МЧС России от 8 июля 2004 года № 329 «Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях» разработан в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12.2003 года № 794. Данный приказ утвердил критерии информации о чрезвычайных ситуациях представляемые в МЧС России.

Критерии информации о чрезвычайных ситуациях подразделяются: **техногенные, природные, биолого-социальные и на крупные террористические акты.**

## **I. Техногенные чрезвычайные ситуации**

### **1.1. Транспортные аварии (катастрофы)**

Критерии отнесения к ЧС: 1). Число погибших – 2 человека и более, число госпитализированных – 4 человека и более; 2). Прямой материальный ущерб: - гражданам – 100 МРОТ; - предприятиям, учреждениям и организациям – 500 МРОТ.

### **1.2. Пожары и взрывы**

Критерии отнесения к ЧС: 1). Число погибших – 2 человека и более, число госпитализированных – 4 человека и более; 2). Прямой материальный ущерб: – 1500 МРОТ и более.

### **1.3. Аварии с выбросом и (или) сбросом аварийно- химических опасных веществ.**

Критерии отнесения к ЧС:

1. 1.О факте пролива на грунт токсичных веществ сообщается как о ЧС по решению органа управления по делам ГО и ЧС. Превышение ПДК (ПДУ) в пределах санитарно-защитной зоны, по которому аварию относят к источнику происшедшей ЧС, устанавливается органами управления по делам ГО и ЧС с учетом местных условий.

2. Распространение загрязнения за санитарно-защитную зону с превышением (ПДК (ПДУ) в 5 раз и более\*(5).

3. Максимальное разовое превышение ПДК экологически вредных веществ в поверхностных, подземных и морских водах (вне зон хронического загрязнения) в 100 раз и более.

4. Превышение ПДУ в 50 и более раз при загрязнении почв (грунтов) на площади 100 га и более.

5. Число погибших - 2 чел. и более. Число госпитализированных - 4 чел. и более.

6. Прямой материальный ущерб: гражданам - 100 МРОТ; организации - 500 МРОТ.

### **1.4. Аварии с выбросом и (или) сбросом радиоактивных веществ (РВ).**

Критерии отнесения к ЧС:

1. Третий (серьезный) инцидент и более высокие уровни событий (аварий) по международной шкале ядерных событий (ИНЕС) на АЭС или иных ядерных установках.

2. Распространение загрязнения за санитарно-защитную зону с превышением ПДК (ПДУ) в 5 и более раз.

3. Максимальное разовое превышение ПДК в поверхностных, подземных и морских водах (вне зон хронического загрязнения) в 100 и более раз.

4. Превышение ПДУ при загрязнении почв (грунтов) в 100 раз и более на площади 100 га и более.

5. Уровни (дозы) облучения населения при радиационных авариях или обнаружении радиоактивного загрязнения, требующие вмешательства (осуществления защитных мероприятий), установленные "Нормами радиационной безопасности (НРБ-99)" (табл. 6.1-6.3).

6. При выполнении условий:



– измеренная мощность дозы гамма-излучения от переносных, передвижных, стационарных аппаратов с радиационными источниками - более 20 мкГр/ч на расстоянии 1 м;

– измеренная мощность дозы гамма - излучения у поверхности блока радиоизотопного прибора - более 10 мкГр/ч, а на расстоянии 1 м от поверхности блока более 3 мкГр/ч - решение об отнесении аварии к ЧС принимается органами управления по делам ГО и ЧС с учетом местных условий.

7. Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

8. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ, организации - 500 МРОТ.

#### **1.5. Аварии с выбросом и (или) сбросом патогенных для человека микроорганизма.**

Критерии отнесения к ЧС:

1. Любой факт выброса (сброса) токсичных веществ.

2. Любой факт выброса (сброса) веществ, содержащих возбудитель инфекционных заболеваний людей I и II групп патогенности и опасных заболеваний животных.

#### **1.6. Внезапное обрушение зданий, сооружений, пород.**

Критерии отнесения к ЧС:

1. Число погибших – 2 человека и более, число госпитализированных – 4 человека и более;

2. Прямой материальный ущерб: - гражданам – 100 МРОТ; - организации – 500 МРОТ.

#### **1.7. Аварии на электроэнергетических системах**

Критерии отнесения к ЧС:

1. Число погибших – 2 человека и более, число госпитализированных – 4 человека и более;

2. Прямой материальный ущерб: - гражданам – 100 МРОТ.

#### **1.8. Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения.**

Критерии отнесения к ЧС:

1. Число погибших – 2 человека и более, число госпитализированных – 4 человека и более;

2. Прямой материальный ущерб: - гражданам – 100 МРОТ; - организации – 500 МРОТ.

#### **1.9. Аварии на очистных сооружениях.**

Критерии отнесения к ЧС:

1. Число погибших - 2 чел. и более. Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб: гражданам - 100 МРОТ, организации - 500 МРОТ.

3. Решение об отнесении аварии к ЧС принимается органами управления по делам ГО и ЧС (если не достигнуты значения общих критериев).

#### **1.10. Гидродинамические аварии.**

1. Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ;

организации - 500 МРОТ.

3. Решение об отнесении аварии к ЧС принимается органами управления по делам ГО и ЧС (если не достигнуты значения общих критериев).

## **II. Природные чрезвычайные ситуации.**

### **2.1. Опасные геофизические явления**

1. Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ, организации - 500 МРОТ;

3. Разрушение почвенного покрова на площади - 10 га и более.

4. Гибель посевов с/х культур или природной растительности одновременно на площади - 100 га и более.

### **2.2. Опасные геологические явления**

1. Число погибших 2 человека и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ; организации - 500 МРОТ.

3. Разрушение почвенного покрова на площади - 10 га и более.

4. Гибель посевов с/х культур или природной растительности одновременно на площади - 100 га и более.

### **2.3. Опасные метеорологические явления**

1. Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ;

организации - 500 МРОТ.

3. Гибель посевов с/х культур или природной растительности одновременно на площади - 100 га и более

### **2.4. Морские опасные гидрометеорологические явления**

1. Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ;

организации - 500 МРОТ.

### **2.5. Опасные гидрологические явления**

1. Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ; организации - 500 МРОТ

3. Гибель посевов с/х культур или природной растительности одновременно на площади -100 га и более.

### **2.6. Природные пожары**

1. Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ;

организации - 500 МРОТ.

## **III. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации**

### **3.1. Инфекционные, паразитарные болезни и отравления людей**

Каждый случай особо опасного заболевания

Групповые случаи заболеваний - 10-50 чел. и более.

Умерших в течение одного инкубационного периода 2 чел. и более.

### **3.2. Особо опасные болезни сельскохозяйственных животных и рыб**

1. Каждый отдельный (спорадический) случай острой инфекционной болезни.
2. Несколько случаев острой инфекционной болезни (эпизоотия).

### **3.3. Карантинные и особо опасные болезни и вредители сельскохозяйственных растений и леса**

Болезни растений, приведшие к гибели растений или экономически значимому недобору урожая на площади 100 га и более.

## **IV. Крупные террористические акты.**

Критерии отнесения к ЧС:

1. Число погибших - 5 чел. и более. Число госпитализированных 10 чел. и более.
2. Прямой материальный ущерб - свыше 1 тыс. МРОТ

Таким образом, необходимость совершенствования законодательства в области гражданской обороны и защиты населения и территории от ЧС в Российской Федерации на современном этапе является необходимым условием обеспечения обороноспособности государства.

## ТЕМА 8. Основные направления международного сотрудничества МЧС России

### 1. Вопрос Направления международного сотрудничества МЧС России.

Важное место в международном сотрудничестве России по вопросам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера занимают отношения со следующими важнейшими международными организациями:

- С Департаментом Организации объединенных наций (далее – **ООН**) по гуманитарным вопросам, на базе которого в 1998 году создано Управление ООН по координации гуманитарных вопросов (УКГВ);
- С Управлением Верховного Комиссара ООН по делам беженцев (**УВКБ ООН**);
- С Международной организацией гражданской обороны;
- С **Советом Европы** по прогнозированию, предотвращению и оказанию помощи в случае стихийных бедствий и технологических катастроф;
- С Международным агентством по атомной энергии (**МАГАТЭ**);
- С Программой ООН по окружающей среде (**ЮНЕП**);
- С Всемирной организацией здравоохранения;
- С Международной федерацией обществ Красного Креста и Красного Полумесяца (**МКККП**);
- С Департаментом чрезвычайного гражданского планирования НАТО.

Наиболее важное место в международном сотрудничестве России по вопросам защиты населения от чрезвычайных ситуаций занимают *отношения с ООН* — организацией, обладающей уникальными возможностями по объединению усилий стран в борьбе с катастрофами и кризисами. В настоящее время существенную роль в координации международных усилий по вопросам оказания помощи при бедствиях играет Управление ООН по координации гуманитарных вопросов (**УКГВ ООН**). Для решения практических вопросов повышения готовности, чрезвычайного реагирования, координации в ходе предупреждения

и ликвидации различных чрезвычайных ситуаций при УКГВ ООН созданы Экспертная группа ООН по оценке чрезвычайной ситуации и координации деятельности, а также Международная консультативная поисково-спасательная группа (*ИНСАРАГ*). МЧС России тесно сотрудничает с этим специализированным органом, участвуя в гуманитарных операциях ООН. Нашей стране благодаря этому сотрудничеству удается в своих интересах использовать возможности международного сообщества, получать целевую международную помощь. Перспективным является сотрудничество с УКГВ ООН в рамках проекта 213/3 «Об использовании военных ресурсов и средств гражданской обороны при чрезвычайных ситуациях и в международных гуманитарных операциях» (ВРСГО). В настоящее время работа в рамках проекта ВРСГО идет достаточно активно. К участию в нем привлечены Управление Верховного Комиссара по делам беженцев (*УВКБ ООН*), Международная федерация общества КРАСНОГО Креста и Красного Полумесяца (*МКККП*), Бюро Евросоюза по гуманитарным вопросам структуры гражданского планирования НАТО, а также национальные службы 40 стран мира.

Другим специализированным органом ООН, с которым Россия в лице МЧС России осуществляет тесное сотрудничество, является *Управление Верховного Комиссара ООН по делам беженцев (УВКБ ООН)*. Деятельность Управления направлена на международную защиту беженцев под покровительством ООН, поиск решения проблемы беженцев посредством оказания помощи государствам, международным и частным организациям в деле добровольной репатриации беженцев или их ассимиляции в новых национальных общинах.

**УВКБ ООН** принимает также меры и оказывает помощь в чрезвычайных ситуациях, участвует в гуманитарных операциях, зачастую возглавляя такие акции. Последнее объясняется тем, что это управление в отличие от других структур ООН может быстро создавать в районах бедствий и кризисов действующую полевую сеть управления. Это позволяет эффективно проводить крупномасштабные операции по оказанию помощи.

В рамках системы МЧС России были сформированы *экспедиционные силы* (автотранспортные отряды) для участия на условиях контрактов в международных гуманитарных операциях. Под эгидой УВКБ ООН они успешно работали в бывшей Югославии, доставляя грузы гуманитарной помощи в осажденные города Боснии и Герцеговины. Была оказана гуманитарная помощь Афганистану, Китаю, Колумбии, Кубе, ряду стран Содружества независимых государств (всего **12** государств).

На основе опыта этой работы в системе МЧС России был создан **Российский национальный корпус чрезвычайного гуманитарного реагирования России**, а позже в его составе было учреждено Агентство по обеспечению и координации российского участия в международных гуманитарных операциях (Агентство «ЭМЕРКОМ»), работающие при МЧС России. Корпус имеет в своем распоряжении авиацию, автотранспортные отряды, медицинские, инженерные подразделения и другие силы, позволяющие МЧС России при координации со стороны МИД России оперативно и квалифицированно реагировать на запросы ООН и ее спецучреждений, а также осуществлять собственные гуманитарные инициативы. Эти силы уже в 1995 — 1996 годах приняли участие в чрезвычайной операции ООН по обеспечению выживания беженцев в Руанде и Заире.

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений международной деятельности МЧС России под эгидой ООН является *гуманитарное разминирование*. Мины - наследие многочисленных военных конфликтов XX века - серьезная угроза гражданскому населению. В связи с этим предпринимаются определенные меры по выходу России на рынок гуманитарного разминирования — важный сектор гуманитарных услуг.

Во исполнение распоряжения Правительства Российской Федерации от 28 августа 2013 г. № 1510-р осуществляется программа по обеспечению деятельности и развития Российско-Сербского гуманитарного центра.

Во исполнение распоряжения Правительства Российской Федерации от **04.12.2012 г. № 2252-р** идет осуществление трехлетней программы по оказанию помощи Республике Сербия. Совместным Российско-Сербским отрядом разминирования с 31 марта 2014 г. очищена площадь 398 111 м<sup>2</sup>, обнаружено 283 взрывоопасных предметов.

Сотрудничество с ООН, ее органами и организациями содействует достижению интересов России, создает возможность для получения страной международной помощи.

Так, важной сферой сотрудничества является мобилизация международного содействия в целях ликвидации последствий стихийных бедствий и техногенных катастроф на территории России. В результате целенаправленной работы с ООН удалось привлечь около **5 млн. долларов** для ликвидации последствий Нефтегорского землетрясения. В 1997 году для населения Якутии, Сахалина и Хабаровского края, пострадавшего от наводнений и лесных пожаров, начата реализация проектов помощи Программы развития ООН стоимостью более **1,5 млн. долларов**.

Организация «Частичное открытое соглашение Совета Европы по прогнозированию, предотвращению и оказанию помощи в случае стихийных бедствий и технологических катастроф» (далее-**ЧОС**) была создана в 1987 году с целью развития международного сотрудничества стран Западной и Восточной Европы, и Южного Средиземноморья в области борьбы с катастрофами.

В настоящее время в состав ЧОС входят **23** государства, как являющиеся членами Совета Европы, так и не являющиеся его членами, а также В 1991 году Россия подтвердила свое участие в ЧОС.

Практическая работа с этой организацией началась в 1992 году, когда Россия как полноправный член ЧОС не только стала активно участвовать в его заседаниях, но и оказала помощь Турции при землетрясении. Существенным вкладом России в деятельность организации стало создание в Москве нового центра — Европейского центра новых технологий управления рисками стихийных бедствий и технологических катастроф.

Как вклад МЧС России в международное гуманитарное право можно оценивать инициативу в подготовке проекта Этической хартии по защите прав человека в случае чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, которая востребована процессом развития Совета Европы.

Определенное место в системе международных отношений занимает сотрудничество России с *Международной организацией гражданской обороны (МОГО)*. Задачами МОГО являются:

- сбор и распространение информации по вопросам гражданской обороны (гражданской защиты);
- подготовка кадров по гражданской обороне;
- оказание помощи государствам в создании и развитии национальных структур гражданской обороны.

Большинство государств - членов организации являются развивающимися странами, которые из-за ограниченных экономических возможностей наиболее уязвимы при бедствиях, военных и других конфликтах. Вместе с тем в нее постепенно вступают и европейские страны. В настоящее время в МОГО входит более **50** государств. *Одним из перспективных направлений сотрудничества с МОГО стала подготовка сотрудников МЧС России, подведомственных ему организаций, офицеров войск гражданской обороны на курсах повышения квалификации, организуемых этой организацией.* За 1994 — 1999 годы прошли стажировку на таких курсах в Швейцарии и других странах более 70 специалистов МЧС России. В 1995 году МЧС России было подписано соглашение с МОГО о создании и деятельности Регионального центра МОГО на базе Академии гражданской защиты МЧС России. С этого момента зарубежные специалисты регулярно проходили стажировку на базе этого центра. Благодаря сотрудничеству с МОГО Россия получила прямой доступ к сотрудничеству с национальными структурами гражданской защиты (обороны) большого числа стран мира.

Авторитет МЧС России способствовал принятию в МОГО ряда государств — участников СНГ, поддержке наших инициатив в государствах Ближнего Востока. Министр Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий был избран президентом Генассамблеи МОГО на двухгодичный срок. В руководящем органе МОГО - Постоянном секретариате-МЧС России имеет своего представителя, что позволяет активно влиять на деятельность этой организации.

Определенное место в международном сотрудничестве России по вопросам чрезвычайных ситуаций занимает взаимодействие с **НАТО**.

Начиная с 1993 года, *МЧС России активно сотрудничает с Департаментом чрезвычайного гражданского планирования НАТО*. Международная и отчасти внутренняя гуманитарная деятельность при чрезвычайных ситуациях выступает как новая эффективная ступень международного сотрудничества и взаимопомощи всех структур российского общества и государства. Она становится неотъемлемой частью будущего миропорядка, в основе которого лежит ценность человеческой личности вне зависимости от места и условий ее обитания.

## 2. Вопрос Направления международного сотрудничества Уральского регионального центра МЧС России.

Уральский федеральный округ это административно-территориальное образование в Уральской части Российской Федерации, созданное в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2000 г № 849.

В состав федерального округа входит **6** субъектов Российской Федерации – Курганская, Свердловская, Челябинская, Тюменская области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа.

Территория округа имеет площадь более **1** миллиона **823** тысяч квадратных километров, что составляет более **10 %** территории Российской Федерации.

Численность населения субъектов Российской Федерации Уральского федерального округа превышает **12** миллионов человек.

Регион имеет сухопутную государственную границу с Республикой Казахстан, протяжённость которой составляет **1465,1** километров (**15** муниципальных образований Челябинской, Курганской и Тюменской областей). Приграничные территории Республики Казахстан - Костанайская и Северо – Казахстанская области (**11** районов).

Учитывая уровень развития промышленного потенциала округа, наличие различных потенциально опасных объектов, гидротехнических сооружений, на приграничных территориях возможно возникновение разно образных по масштабам и последствиям чрезвычайных ситуаций.

Через Российско-Казахстанскую границу осуществляются:

- международные автомобильные перевозки (межрегиональные автомобильные маршруты Курган-Петропавловск, Челябинск-Троицк-Костанай);
- железнодорожное сообщение по маршрутам Магнитогорск-Карталы-Костанай, Челябинск-Троицк-Костанай, Курган-Петропавловск-Омск;
- проходят ветки магистрального газопровода «Бухара-Урал».

Наиболее крупными водными объектами, проходящими через границу России и Казахстана являются реки Урал, Иртыш и Ишим, Тобол *имеющие ярко выраженное весеннее половодье*.

На территории Республики Казахстан расположены **4** крупных водохранилища осуществляющих сброс воды по рекам Тобол и Ишим на территорию Курганской и Тюменской областей.

Координация совместных действий при пропуске паводковых вод через трансграничные водохранилища имеет особо важное значение, это показало катастрофическое половодье 1994 года.

В тот год в результате *нескоординированных* действий эксплуатирующих организаций произошло наложение пика половодья и сбросов воды из Каратамарского водохранилища в верховьях реки Тобол (Республика Казахстан), что повлекло наводнение на территории Курганской области. Максимальный уровень воды в р. Тобол у города Кургана тогда превысил отметку «опасного явления» более чем на 2 метра.

Всего за сутки в зоне затопления оказались **2** крупнейших города области - Курган и Шадринск, были затоплены **18** районов области, **114** сельских населенных пунктов с населением свыше **80** тысяч человек, **38** потенциально-опасных объектов **43** автомобильных и **3** железнодорожных моста, около **240** км автомобильных дорог, **150** км линий электропередач.

Учитывая наличие рисков возникновения трансграничных чрезвычайных ситуаций на территории субъектов РФ Уральского ФО, в рамках международного сотрудничества, осуществляется приграничное взаимодействие с территориальными органами по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан.

В рамках выполнения Плана мероприятий по реализации Программы межрегионального и приграничного сотрудничества между Российской Федерацией и Республикой Казахстан на 2012-2017 годы проведены следующие мероприятия:

1. подписаны двухсторонние соглашения между территориальными органами по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан и главными управлениями МЧС России по Курганской, Челябинской и Тюменской областям;

2. в рамках реализации вышеназванных соглашений утверждены руководством субъектов Российской Федерации и аккиматами областей Республики Казахстан соответствующие Планы взаимодействия между главными управлениями МЧС России по Курганской, Челябинской и Тюменской областям и территориальными органами по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан по вопросам предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных авариями, стихийными бедствиями и катастрофами на подведомственных территориях, предусматривающие организацию:

- информационного обмена в области защиты от чрезвычайных ситуаций,
- мониторинга и прогнозирования источников возможных чрезвычайных ситуаций и опасных явлений,
- согласование взаимодействия сил и средств при ликвидации возможных трансграничных ситуаций.

Разработан Банк данных о возможных чрезвычайных ситуациях на сопредельных территориях и приграничных водных объектах Республики Казахстан и Курганской, Челябинской и Тюменской областей.

Также разработаны и утверждены алгоритмы действий должностных лиц Сторон при получении информации о возникновении чрезвычайных ситуаций в приграничных районах, согласован порядок информационного обмена между оперативными дежурными сменами органов МЧС при угрозе или возникновении трансграничных ситуаций.

Определена группировка сил и средств, привлекаемых сторонами для реагирования на возможные и (или) возникшие трансграничные чрезвычайные ситуации, а также уточнены места перехода сил и средств через границу на сопредельную территорию.

В рамках реализации межправительственного соглашения, договоров между субъектами Российской Федерации и *аккиматами* Республики Казахстан в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций ежегодно проводятся следующие мероприятия.

В целях совершенствования вопросов взаимодействия сил и средств при тушении природных пожаров и подготовки к пропуску паводковых вод организовано ежегодное проведение совместных тренировок: ГУ МЧС по Челябинской, Курганской, Тюменской областей с Департаментами по ЧС приграничных областей Республике Казахстан.

*19 февраля 2016 года проведена совместная тренировка Главного управления МЧС России по Челябинской области и Департамента по ЧС Костанайской области по теме: «Организация взаимодействия по предупреждению и ликвидации последствий трансграничных чрезвычайных ситуаций, связанной с весенним паводком»;*

*6 марта 2016 года проведена совместная тренировка Главного управления МЧС России по Курганской области и Департамента по ЧС Костанайской области по теме: «Организация взаимодействия по предупреждению и ликвидации последствий трансграничных чрезвычайных ситуаций, связанной с весенним паводком»;*

*12 марта 2016 года проведена совместная тренировка оперативных дежурных служб Главного управления МЧС России по Тюменской области и Департамента по ЧС Северо-Казахстанской области по теме: «Организация взаимодействия по*



*предупреждению и ликвидации последствий трансграничных чрезвычайных ситуаций, связанных с весенним паводком «Коктэм 2016».*

*в апреле-июне 2016 года проведены штабные тренировки главных управлений МЧС России по Курганской, Челябинской областям и Департамента по ЧС Костанайской области по теме: «Организация взаимодействия по предупреждению и ликвидации последствий трансграничных чрезвычайных ситуаций, связанных с крупномасштабными лесными и степными пожарами».*

В рамках проведения командно-штабных учений были отработаны вопросы взаимодействия и информационного обмена оперативных групп, а также совместных действий пожарно-спасательных подразделений.

Территориальными органами МЧС России организован обмен мониторинговой космической информацией – космических снимков мест возможного подтопления, а также сведения об обнаружении термических точек природных пожаров на приграничной территории.

Кроме проведения совместных учений и тренировок территориальные органы МЧС России Уральского федерального округа непосредственно организуют взаимодействие с органами управления по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан и при реагировании на чрезвычайные ситуации и происшествия.

В качестве положительных примеров двустороннего сотрудничества можно привести следующие:

– своевременное доведение от Департамента по чрезвычайным ситуациям Северо-Казахстанской области 8 марта 2016 штормового предупреждения и информации о закрытии движения через контрольно-пропускной пункт Усть –Уйское со стороны Казахстана, что позволило своевременно задействовать силы и средства МЧС России, Росавтодора, обеспечить оповещение водителей и не допустить возникновения затора;

– совместную работу оперативных дежурных служб ГУ МЧС России по Челябинской области и Департамента по чрезвычайным ситуациям Костанайской области при реагировании 9 июля 2016 на дорожно-транспортное происшествие с гибелью 7 человек.

Кроме того, в ходе реагирования на чрезвычайную ситуацию, связанную с дождевым паводком в южных районах Челябинской области, было обеспечено своевременное доведение экстренной информации по резкому повышению уровня воды в реках Карталы Аят, Тогузак до оперативных дежурных служб Департамента по чрезвычайным ситуациям Костанайской области.

В целом на нашем уровне повседневная и оперативная работа по взаимодействию с территориальными органами по чрезвычайным ситуациям организована и постоянно совершенствуется.

Болтыров В. Б., Стороженко Л. А.

---

# **ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ОСНОВЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ*

Екатеринбург – 2021

УДК 502.7(075.8)

Болтыров В. Б., Стороженко Л. А.

Техносферная безопасность. Основы профессиональной деятельности: учебное пособие / В. Б. Болтыров, Л. А. Стороженко; Уральский государственный горный университет – Екатеринбург: Изд – во УГГУ, 2020.

В учебном пособии рассмотрены техносферные опасности, особенности их воздействия на человека и окружающую среду; виды профессиональной деятельности выпускников по направлению 20.03.01 техносферная безопасность; квалификационные характеристики должностей, которые могут занимать выпускники вузов по данному направлению; обобщенные трудовые функции специалиста, место и роль субъекта труда в трудовом коллективе.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по профилю «Защита в чрезвычайных ситуациях» направления 20.03.01 Техносферная безопасность, а также может быть использовано студентами других профилей данного направления и специалистами, работающими в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>Глава 1. Техносфера и техносферные опасности</b> .....	10
1.1. Техносфера .....	10
1.2. Техносферные опасности .....	17
1.2.1. Основные принципы ноксологии .....	18
1.2.2. Основные потоки современного мира .....	21
1.2.3. Пределы толерантности организма .....	25
1.2.4. Поле опасностей .....	30
1.2.5. Классификация опасностей .....	33
1.3. Техносферная безопасность .....	43
1.3.1. Система «человек – среда обитания» .....	43
1.3.2. Среда обитания человека в современном мире .....	51
1.3.3. Техногенное загрязнение окружающей среды .....	60
1.3.4. Аксиомы техносферной безопасности .....	70
1.4. Управление техносферной безопасностью .....	78
1.4.1. Объект и субъект безопасности .....	78
1.4.2. Принципы управления .....	80
1.4.3. Функции управления .....	81
1.4.4. Методы управления техносферной безопасностью .....	84
1.4.5. Структура системы обеспечения техносферной безопасности .....	85
1.4.6. Управление промышленной безопасностью .....	87
Вопросы для самопроверки: .....	89
<b>Глава 2. Техносферная безопасность как образовательное направление подготовки специалистов</b> .....	91

2.1. Области, объекты и виды профессиональной деятельности бакалавров.....	91
2.2. Структура программы бакалавриата.....	95
2.3. Профили подготовки бакалавров по техносферной безопасности.....	97
2.4. Профессиональные компетенции бакалавров по техносферной безопасности.....	103
Вопросы для самопроверки.....	111
<b>Глава 3. Профессиональная деятельность бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» .....</b>	<b>113</b>
3.1. Профессиональные стандарты.....	113
3.2. Структура профессиональных стандартов.....	115
3.3. Должностные инструкции специалистов по Единым квалификационным справочникам.....	117
Вопросы для самопроверки.....	125
<b>Глава 4. Трудоустройство выпускников на работу .....</b>	<b>127</b>
4.1. Первый шаг для трудоустройства .....	127
4.2. Трудоустройство на работу.....	134
4.3. Трудовой кодекс.....	141
Вопросы для самопроверки.....	150
<b>Заключение.....</b>	<b>151</b>
<b>Источники и литература, использованная при написании учебного пособия .....</b>	<b>152</b>
<b>Приложение.....</b>	<b>154</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Научно – технический прогресс, сопровождающийся автоматизацией, роботизацией и цифровизацией производственных процессов, а также введение с 2016 г. профессиональных стандартов вызвали востребованность специалистов в области промышленной, пожарной и экологической безопасности, защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях техногенного и природного характера, инженерной защиты окружающей среды, имеющих профессиональную подготовку бакалавров или магистров по направлению «Техносферная безопасность». Высшие учебные заведения Российской Федерации готовят таких специалистов согласно Приказу Минобрнауки РФ от 17 февраля 2011г. № 201 по следующим профилям:

- Безопасность жизнедеятельности в техносфере;
- Безопасность технологических процессов и производств (по отраслям);
- Пожарная безопасность;
- Защита в чрезвычайных ситуациях;
- Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов;
- Инженерная защита окружающей среды;

В Уральском государственном горном университете (УГГУ) подготовка бакалавров и магистров направления «Техносферная безопасность» ведется по профилям:

- Безопасность технологических процессов и производств (безопасность горного производства);
- Пожарная безопасность;
- Защита в чрезвычайных ситуациях;
- Инженерная защита окружающей среды.

В учебном пособии «Техносферная безопасность. Основы профессиональной деятельности» обобщен опыт преподавания дисциплины, читаемой на кафедре Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях УГГУ с 2018 г. Учебное пособие разработано в соответствии с требованиями государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата).

Целью дисциплины «Техносферная безопасность. Основы профессиональной деятельности» является формирование у студентов первого курса представления о сфере профессиональной деятельности, ее месте и роли в общественном производстве, общих методах и направлениях обеспечения техносферной безопасности; ознакомление с особенностями университетского образования по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность и будущей профессиональной деятельности выпускников по данному направлению.

Для достижения указанной цели необходимо:

- дать студентам представление о специфике направления 20.03.01 Техносферная безопасность;
- сформировать понимание социальной значимости выбранной профессии;
- дать представление о компетенциях и компетентности, знаниях и навыках, необходимых для исполнения трудовых функций согласно профессиональным стандартам;
- сформировать у студентов целостный образ будущей профессии, навыки анализа и обобщения информации по техносферной безопасности.

В ходе освоения дисциплины студент готовится к выполнению следующих профессиональных задач в сфере организационно – управленческой деятельности:

- организация и участие в деятельности по защите человека и окружающей среды на уровне производственного предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях;
- участие в разработке нормативных правовых актов по вопросам обеспечения безопасности на уровне производственного предприятия;
- участие в организационно – технических мероприятиях по защите территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций;
- осуществление государственных мер в области обеспечения безопасности;
- экспертная, надзорная и инспекционно – аудиторская деятельность;
- выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания;
- участие в проведении экспертизы безопасности, экологической экспертизы;
- определение зон повышенного техногенного риска.

Результатом освоения дисциплины «Техносферная безопасность. Основы профессиональной деятельности» является формирование у обучающихся следующих компетенций:

Компетенции	Код по ФГОС	Результаты обучения	
1	2	3	
Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды	ОПК – 4	Знать	характеристики техносферных опасностей природного и техногенного характера
		Уметь	оценивать параметры поражающих факторов и очагов поражения
		Владеть	навыками составления описания опасных природных и техногенных процессов и явлений



Компетенции	Код по ФГОС	Результаты обучения	
1	2	3	
Способность использовать знания организационных рисков безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях	ПК – 10	знать	способы и технику защиты человека и окружающей среды от воздействия негативных факторов
		уметь	применять средства индивидуальной и коллективной защиты
		владеть	навыками прогнозирования и оценки обстановки масштабов бедствий в зонах чрезвычайных ситуаций

В результате освоения дисциплины «Техносферная безопасность. Основы профессиональной деятельности» обучающийся должен:

Знать:	Характеристики техносферных опасностей природного и техногенного характера; способы и технику защиты человека и окружающей среды от негативных факторов среды обитания.
Уметь:	Оценивать параметры поражающих факторов и очагов поражения; применять средства индивидуальной и коллективной защиты.
Владеть:	Навыками составления описания опасных природных и техногенных процессов и явлений; прогнозирования и оценки обстановки масштабов бедствий в зонах чрезвычайных ситуаций.

Учебное пособие состоит из четырех глав.

**В первой главе** рассмотрены техносферные опасности, объекты и субъекты техносферной безопасности, методы управления техносферной безопасностью.

**Во второй главе** техносферная безопасность рассмотрена как направление подготовки специалистов, содержание ОПП ВО по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность, профили подготовки,

учебные планы, базовые и вариативные (профильные) дисциплины образовательной программы, общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, которые должен освоить выпускник по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность.

**В третьей главе** рассмотрены виды профессиональной деятельности выпускников, квалификационные характеристики должностей, которые могут занимать выпускники вузов по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность, обобщенные трудовые функции специалиста по техносферной безопасности.

**В четвертой главе** рассмотрены место и роль субъекта труда в трудовом коллективе, должностные обязанности специалиста, права и полномочия сотрудника, особенности трудовых отношений в коллективе и другие вопросы, отраженные в Трудовом кодексе Российской Федерации.

Для написания учебного пособия использованы авторские лекционные материалы, учебные пособия и учебники: «Опасные техноприродные процессы» (Болтыров В. Б., Стороженко Л. А., 2020), «Техносферная безопасность в современных условиях» (Добротворская С. Г., Зефирова Т. Л., 2016), «Управление техносферной безопасностью» (Ефремов С. В., 2013), «Организация управления техносферной безопасностью» (Сердюк В. С. и др., 2016), «Ноксология» (Барышев и др., 2014), «Ноксология» (Угланова В. З., 2019), а также материалы научно – технических конференций по вопросам техносферной безопасности.

## Глава 1

# ТЕХНОСФЕРА И ТЕХНОСФЕРНЫЕ ОПАСНОСТИ

### 1.1. ТЕХНОСФЕРА

Обычно **техносферу** рассматривают как часть биосферы, преобразованную человеком с помощью техники и технологий в результате **техногенеза**. Но техногенез, как результат воздействия хозяйственной деятельности человека на природные среды, охватывает не только биосферу, но и другие геосферы Земли (атмо-, гидро- и литосферу, космос). Значит, будет точнее **техносферу** рассматривать, по Э. Ф. Емлину, как своеобразную оболочку планеты, включающую те части геосфер, которые связаны потоками вещества, энергии и информации со всеми техническими системами, созданными человеком [4].

Из этого определения следует, что **техносфера** – это не только сама техника, дороги, здания и сооружения, городская и промышленная застройка, но и все, что было создано человеком при помощи техники и появилось вследствие использования техники – например, лесные вырубki, разрезы для добычи полезных ископаемых, отвалы пустой породы и многое, многое другое. Под **техникой** понимаются любые предметы, которыми оперирует человек в процессе своей деятельности, в том числе даже самые примитивные орудия труда: палки, топоры, лопаты и т.д. Это позволяет говорить о том, что **техносфера** возникла в далеком, по человеческим меркам, историческом прошлом. Но для биосферы, эволюционировавшей миллиарды лет, **техносфера** является новшеством, развитие которого носит взрывной, лавинообразный характер. Развитие **техносферы** было скачкообразным – кроме неолитической «биотехнической революции», также известен ряд

последующих «цивилизированных революций», после которых развитие техносферы резко ускорилось. В табл.1 приведены выделенные Н. Ф. Реймерсом ключевые переходные моменты в истории развития человечества и техносферы [5].

**Таблица 1.** Этапы развития техносферы

<b>Начало этапа</b>	<b>Переходный момент</b>	<b>Содержание этапа</b>
60 лет назад	Научно – техническая революция	Переход к использованию атомной энергии и других открытий и изобретений. Возникновение новой производительной силы – научно технического знания
160 лет назад	Промышленная революция	Переход к массовому промышленному производству предметов потреблений. Возникновение мировой индустрии
7 тыс. лет назад	Урбанистическая революция	Переход к строительству городов. Возникновение и развитие государств
10 тыс. лет назад	Биотехническая революция	Переход к сельскому хозяйству. Возникновение техносферы

Каждый новый этап эволюции техносферы позволял добывать дополнительные материальные и энергетические ресурсы и тем самым поддерживал увеличение населения, удовлетворяя его растущие потребности. Технический прогресс применительно к материальному производству давал возможность увеличивать количество продукции, произведённой на единицу затрат энергии, а рост энергетического потенциала техносферы намного повышал материальное обеспечение человека, даже при высоких темпах прироста численности людей.

Истории развития искусственной среды обитания показывает, что техносфера возникла и формировалась не только при отсутствии у человечества необходимых экологических знаний, но и без должного осмысления процессов, происходящих в природе, обществе и сознании человека под действием технического прогресса, а также без всестороннего анализа безопасности создаваемой техники. Впервые учёные задумались над феноменом техники только в конце XIX века, когда техносфера практически уже приняла современный вид.

Подходы к пониманию механизмов воздействия техносферы на окружающую среду и принципов обеспечения техносферной безопасности были сформулированы только во второй половине XX века, после того, как человечество получило множество горьких уроков в виде экологических катастроф, эпидемий и техногенных аварий, вызвавших загрязнение окружающей среды токсичными и радиоактивными веществами, появление новых заболеваний, разрушение экосистем и гибель большого числа людей вследствие пожаров, взрывов, аварий на транспорте, выбросов промышленных ядов и воздействия высокоэнергетических излучений.

Несмотря на достигнутый высокий уровень развития науки и техники, построенная руками человека техносфера в настоящее время породила такую проблему, с которой люди никогда раньше не сталкивались. Созданная человеком искусственная среда обитания оказалась несовместима с естественной средой – биосферой ни по вектору эволюционного развития, ни по принципам построения, ни по характеру протекающих в ней процессов.

Когда же, по В. И. Вернадскому, «Человечество, взятое в целом, ставится мощной геологической силой» [3], то есть начинает оказывать значительное воздействие на планетарные потоки вещества и энергии, хозяйственная деятельность людей в рамках техносферы нарушает баланс физических и химических факторов, сложившийся на Земле в течение почти 4 млрд. лет эволюции биосферы. Поэтому научно – технический прогресс, ставший главным вектором развития человечества и его плоды, растиражированные в планетарном масштабе, привели к глобальному экологическому кризису.

В основе этого кризиса лежит нарушение биогеохимического круговорота в результате разрушения и угнетения человеком естественных экосистем, неизбежно ведущее к нарушению устойчивости окружающей среды. Уже ни у кого не возникнет сомнений, что экологический кризис ведет не только к ухудшению качества природной среды, но и ухудшению качества самого человека через распад его генома (совокупности генов,

содержащихся в одинарном наборе хромосом данного организма). Отсюда настоятельная необходимость рассматривать экологическую безопасность, т. е. состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, государства, а также природной среды от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на нее, в качестве приоритетного направления системы национальной безопасности.

Для подтверждения этого тезиса достаточно перечислить основные экологические проблемы, принявшие глобальные масштабы и вполне осмысленно осознанные человечеством, независимо от континентов, а тем более стран его обитания:

- изменение химического состава атмосферного воздуха, вызывающее целый ряд самостоятельных, но тесно увязанных друг с другом экологических процессов и явлений, таких как загазованность атмосферы, рост «парникового эффекта», появление «дыр» в озоновом слое Земли, потепление климата, выпадение кислотных дождей, изменение ландшафтов и т.д.;
- загрязнение и истощение запасов гидросферы Земли, включая подземные и поверхностные воды суши, а также воды морей и океанов;
- воздействие на окружающую среду отраслей экономики – промышленности, транспорта, жилищно–коммунального хозяйства, энергетики, сельского хозяйства и др.;
- урбанизация территорий, обусловленная разрастанием городов, возникновением агломераций и мегаполисов;
- повышенная радиация воздушной среды и отдельных территорий как следствие аварий на атомных электростанциях, функционирования АЭС и предприятий, производящих и перерабатывающих ядерное топливо, испытаний ядерного оружия, применения ядерных взрывов в мирных целях, быстрого накопления радиоактивных отходов и их захоронения;

- постоянно растущие количество и масштабы чрезвычайных ситуаций, обусловленных природными и техногенными катастрофами;
- деятельность военно–промышленного комплекса и вооруженных сил государств, связанная с испытанием оружия, складирование оружия массового поражения, организацией базирования атомных подводных лодок, надводных кораблей с ядерными энергетическими установками, размещением с ядерными боеголовками и т.п.;
- эколого–социальные проблемы населения отдельных государств, регионов, территорий, рассматриваемые в экономическом, медико–экологическом и культурно–этническом аспектах.

Даже этот далеко не полный перечень экологических проблем, стоящих перед человечеством, показывает, что дальнейшее пренебрежение мерами экологической безопасности может уже в обозримом будущем поставить под сомнение сохранение человечества как вида.

Таким образом, **техносфера** выступает как материальное слагаемое истории человечества. С экологической точки зрения это последний по времени этап эволюции, обусловленный деятельностью человека и вносящий в природу Земли вещества, энергию и процессы, которые, в конечном счете, изменяют и нарушают равновесное функционирование биосферы и замкнутость биотического круговорота.

Однако называть техносферу частью биосферы можно только в ограниченном смысле. Действительно, техносферу создал человек – порождение биосферы. Человек взял под контроль и, по существу, включил в состав техносферы несколько сотен видов растений и животных. Однако значительная часть современной техносферы – это совершенно новое надприродное образование, генетически не связанное с законами биосферы. В целом техносфера – грандиозный артефакт.

Л. Г. Бондарев подразделяет техносферу на несколько подсистем – субсфер:

- субсфера «А» (артефакты) – все продукты и производные человеческого труда;
- субсфера «Т-1» – все виды топлива;
- субсфера «Т-2» (технолиты) – элементы техногенного рельефа: карьеры, шахты, каналы, насыпи, платины и т.п.;
- субсфера «П» – пища, в том числе непосредственно контролируемые и используемые человеком растения и животные;
- субсфера «О» – отходы [1,2].

Кроме такого деления в веществе техносферы, по Л. Г. Бондареву, можно выделить **техническое вещество** – активно функционирующую часть средств производства, т. е. совокупность действующих инструментов, станков, машин, механизмов, аппаратов, топок, реакторов и т.п. А всю остальную, неактивную массу техносферы – здания, сооружения, коммуникации, скопления извлеченных пород и отходов производства и потребления, техногенные эмиссии и т.д. – можно обозначить как **техногенное вещество**. Масса техногенного вещества к настоящему времени достигла колоссальной величины –  $8.5 \cdot 10^{12}$  т, что почти в 1.5 раза больше массы биоты биосферы.

Хотя техносфера, несомненно, планетарное явление, техномасса распределена крайне неравномерно. Почти 90 % ее сосредоточено в районах селитебного и горно – промышленного освоения, занимающих более 7 млн. км<sup>2</sup> (5% площади суши). Однако техногенными влияниями – эмиссиями и потоками веществ, энергии и информации – охвачено практически все пространство планеты.

Таким образом, создание техносферы – длительный процесс, обусловленный эволюционным развитием человечества и среды его обитания.

За время существования человечество радикально увеличило свою численность, доведя её почти до 8 млрд. чел. Как следствие средняя



плотность населения за последние несколько столетий также возросла многократно. Одновременно с ростом численности населения Земли начиная с XVI в. происходил еще один важный процесс – урбанизация – переселение людей из сельской местности в города в результате их широкого привлечения к промышленному производству.

В XX в. на фоне демографического взрыва и урбанизации населения существенно возросло потребление продукции биоты и пресной воды, в десятки раз возросла мощность мировой экономики, в три раза увеличились освоенные человеком регионы биосферы, превратившись в города, промышленные зоны, территорий АЭС, ТЭС и ГЭС, свалки, отвалы и т.п.

Постоянно увеличивающееся энергетическое и промышленное производство, развитие техники, военной индустрии (особенно после Второй мировой войны), сельскохозяйственного комплекса весьма негативно сказывались на качестве среды обитания. Появление ядерных объектов, рост производства химических веществ, строительство крупномасштабных технических сооружений сделали человека способным оказывать разрушительное воздействие на людей, среду обитания и экосистемы.

Практически вплоть до второй половины XXв. человечество не замечало или игнорировало негативное воздействие хозяйственной деятельности человека и техносферы на природу. В итоге атмосфера, гидросфера, литосфера и земля в городах и прилегающих к ним зонам оказались чрезмерно загрязненными и малопригодными к обитанию.

С конца XX – начала XXI в. формируется информационное общество, для которого характерны все опасности предыдущего этапа развития с усилением техногенных опасностей, связанных с эксплуатацией вычислительной и информационной техники, повышенным влиянием электромагнитных полей и излучений.

В результате созданная руками человека техносфера стала основным источником опасностей на Земле. Опыт XX и начала XXI веков во многом свидетельствует о том, что создание качественной техносферы возможно

лишь в том случае, если человек на всех этапах деятельности будет постоянно нацелен на разработку и совершенствование техники, технологий и жизненного пространства, не приносящих ущерба природе и здоровью человека.

## 1.2. ТЕХНОСФЕРНЫЕ ОПАСНОСТИ

Под **техносферными опасностями** понимается вся совокупность техногенных, антропогенных и природных опасностей, разрушающих техносферу.

**Техногенные опасности** создаются элементами техносферы – машины, сооружения, техногенное вещество и т.п., а также создаются наличием отходов, потоков механической, тепловой, электромагнитной энергии и т.п. Количественные и качественные показатели отходов и потоков вещества, энергии и информации, а также регламент обращения с ними определяют уровни и зоны возникающих при этом опасностей.

В зоне действия технических систем (транспортные магистрали, зоны излучения радио– и телепередающих систем, промышленные зоны) уровни опасного воздействия определяются характеристиками технических систем и длительностью пребывания человека в опасной зоне.

В процессе трудовой деятельности техногенные опасности возникают в виде опасных и вредных производственных факторов.

**Антропогенные, социальные опасности** – это действия одних классов, групп, слоев, личностей, направленные преднамеренно или бессознательно на уничтожение или ущемление интересов других людей. По природе, сфере и характеру возникновения социальные опасности бывают: военные, социально – политические, социально – экономические, социально – бытовые, социально – криминальные, этнические (межнациональные).

**Природные опасности** возникают в результатах развития естественных процессов под влиянием природных факторов – геологических,

гидрооптических, метеорологических, когда они по силе, масштабу распространения и продолжительности могут оказать негативное воздействие на жизнедеятельность людей и объекты экономики.

В последнее время появилась специальная наука об опасностях материального мира – **ноксология**, которая изучает происхождения и совокупное действие опасностей, описывает опасные зоны и показатели, их влияния на материальный мир, оценивает ущерб, наносимый человеку и природе опасностями, а также рассматривает принципы минимизации опасностей в источниках защиты от них в пределах опасных зон.

### 1.2.1 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ НОКСОЛОГИИ

По современным представлениям научные знания в **ноксологии** опираются на следующие основные принципы.

**1-й принцип** – принцип существования внешних негативных воздействий на человека и природу гласит: человек и природа могут подвергнуться негативным внешним воздействиям.

На человека и природу постоянно воздействуют внешние по отношению к ним системы. Вполне вероятно, что некоторые из них будут способны причинять ущерб здоровью человека или угрожать природе.

**2-й принцип** – принцип антропоцентризма гласит: человек есть высшая ценность, сохранение и продление жизни которого является целью его существования.

Реализация этого принципа делает приоритетной деятельность, направленную на сохранение здоровья и жизни человека при воздействии на него внешних систем. К ней относятся такие направления исследований как идентификация опасностей и зон их действия, разработка и применение человекозащитных средств, контроль их состояния и т. п.

**3-й принцип** – принцип природоцентризма гласит: природа – лучшая форма среды обитания биоты, ее сохранение – необходимое условие существования жизни на земле.

Реализация этого принципа означает, что защита природы является второй по важности задачей учения ноксологии. При этом изучается негативное воздействие промышленных и бытовых отходов, техногенных аварий, селитебных и промышленных зон на региональные природные территории и акватории; анализируется воздействие опасных техногенных объектов на природу в межрегиональных, межконтинентальных и глобальных масштабах.

Деятельность по реализации второго и третьего принципов связана с идентификацией опасностей и зон их действия, возникающих при применении техники и технологий; с разработкой и применением экобиозащитных средств; с контролем качества их эксплуатации; с мониторингом опасностей в зоне пребывания людей и в природных зонах, испытывающих негативное влияние техносферы.

В то же время такие направления исследования и практические разработки, как достижение высокой надежности технических систем и технологий, создание высокопрочных строительных конструкций и т. п. в ноксологии имеют прикладное значение, поскольку они различаются авторами проектов технических объектов для достижения таких показателей, как допустимые отходы и допустимый техногенный риск.

**4-й принцип** – принцип возможности создания качественной техносферы гласит: создание человеком качественной техносферы принципиально возможно и достижимо при соблюдении в ней предельно допустимых уровней воздействия на человека и природу.

**5-й принцип** – принцип выбора путей реализации безопасного техносферного пространства гласит: безопасное техносферное пространство создается за счет снижения значимости опасностей и применения защитных мер.

При защите от естественных опасностей воздействие на их источники невозможно, а защита от антропогенных опасностей достигается только за счет совершенствования источника опасностей (человека, его знаний об опасностях).

**6-й принцип** – принцип отрицания абсолютной безопасности гласит: абсолютная безопасность человека и целостность природы – недостижимы.

Этот принцип справедлив, поскольку, во-первых, на Земле всегда существуют естественные опасности и процессы потребления ресурсов и захоронения отходов; во-вторых, неизбежны социальные опасности; в-третьих, практически неустранимы полностью и техногенные опасности. Отметим, что во второй половине XX столетия в СССР были предприняты попытки нарушить этот принцип. Среди значительной части ученых и практиков в области безопасности труда и промышленной безопасности тогда возобладал лозунг: «От техники безопасности к безопасной технике», суть которого сводила решение всех проблем безопасности труда к созданию абсолютно надежных техники и технологий. Неправомерность такого подхода очевидна, поскольку:

- абсолютно безопасной техники не существует; любая техническая система обладает определенной надежностью и ее безопасность оценивается показателями техногенного риска;
- техногенный риск полностью устранить нельзя, его можно лишь минимизировать;
- на любой технический объект всегда оказывается внешнее воздействие, способное в отдельных случаях нарушить его работу;
- в работе большинства технических систем принимает участие оператор, обладающий способностью принимать иногда ошибочные решения.

Что касается антропогенных опасностей, то их также можно лишь минимизировать. По мнению С. К. Шойгу: «...более 50 % техногенных аварий происходит по причине так называемого человеческого фактора. В

авиации – вообще 80 % и лишь 20 % – это отказ техники, некачественное топливо и метеоусловия»(АиФ, 2005, № 51, с.6).

**7-й принцип гласит:** рост знаний человека, совершенствование техники и технологии, применение защиты, ослабление социальной напряженности в будущем неизбежно приведут к повышению защищенности человека и природы от опасностей. Этот принцип во многом соответствует принципу Ле-Шателье: «Эволюция любой системы идет в направлении снижения потенциальной опасности».

Этот принцип указывает на позитивный вектор движения общества к решению проблем удовлетворения потребностей человека в безопасности. Путь движения многовариантен и основан, прежде всего, на росте культуры общества в вопросах безопасности жизнедеятельности человека и защиты окружающей среды.

## 1.2.2 ОСНОВНЫЕ ПОТОКИ СОВРЕМЕННОГО МИРА

Понятие «**безопасность объекта защиты**» – состояние объекта защиты, при котором воздействие на него потоков вещества, энергии и информации из окружающей среды не превышает максимально допустимых значений.

Понятие «Защита от опасностей» – способы и метод снижения уровня и продолжительности действия опасностей на человека и природу. Принципиально защиту объекта от опасностей реализует снижением негативного влияния источников опасности (сокращением значения риска и размеров опасных зон); выведением объекта из опасной зоны; применение экобиозащитной техники и средств индивидуальной защиты.

**Опасность** – центральное понятие в ноКСологии – интуитивно понимается всеми, но для достижения состояния безопасности объекта защиты необходимо владеть комплексом логических представлений о ней:

- прежде всего, следует понять, что опасности появились одновременно с возникновением материи и будут существовать вечно;
- опасности как таковые представляют собой недопустимые для восприятия материальным объектом потоки вещества, энергии и информации.

В принципе обмен потоками в материальном мире – это естественный процесс существования материи. Закон сохранения жизни, сформулированный Ю. Н. Куражсковским, гласит: "Жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потоков вещества, энергии и информации". Наличие таких потоков характерно и обязательно для существования материи.

Основные потоки современного мира представляются в следующем виде:

#### **Потоки в природной среде:**

1. солнечное излучение, излучение звезд и планет;
2. космические лучи, пыль, астероиды;
3. электрическое и магнитное поля Земли;
4. круговороты веществ в биосфере в экосистемах, в биогеоценозах;
5. потоки, связанные с атмосферными, гидросферными и литосферными явлениями, в том числе и со стихийными;
6. другие.

#### **Потоки в техносфере:**

7. потоки сырья, энергии;
8. потоки продукции отраслей экономики;
9. отходы экономики;
10. информационные потоки;
11. транспортные потоки;
12. световые потоки (искусственное освещение);

13. потоки при техногенных авариях;
14. другие.

**Потоки в социальной среде:**

15. информационные потоки (обучение, государственное управление, международное сотрудничество и т.п.);
16. людские потоки (миграции, демографические процессы);
17. другие.

**Потоки, потребляемые и выделяемые человеком в процессе жизнедеятельности:**

18. потоки кислорода, воды, пищи и иных веществ (в том числе алкоголь, табак, наркотики и т.п.);
19. потоки энергии (механической, тепловой, солнечной и др.);
20. информационные потоки;
21. отходы процесса жизнедеятельности;
22. другие.

***При оценке влияния потоков необходимо знать следующее:***

- в ряде случаев потоки, столь необходимые для существования жизни, могут превысить допустимые для воспринимающего их элемента материи уровни и тем самым вызвать в нем необратимые процессы (разрушение, гибель и т.п.). Такие ситуации опасны. Поэтому если потоки не приносят ущерба воспринимающей их материи, то идет естественный процесс и такие потоки принято называть **допустимыми**. Если потоки наносят ущерб, то их называют **недопустимыми или опасными**;
- максимальные значения потоков, при которых ущерб еще не возникает, называют **предельно допустимыми**. Общепринято широкое использование таких понятий, как: ПДК – предельно допустимая концентрация веществ; ПДУ – предельно допустимые



уровни энергетического воздействия; ПДВ – предельно допустимые выбросы в атмосферу и т.д.;

- возникновение опасной ситуации при наличии потоков от источника опасности определяется не только величиной потока, но и свойствами объекта защиты, его способностью воспринимать и переносить воздействующие потоки;
- опасности реализуются лишь при взаимодействии источника опасности, генерирующего поток воздействия и элемента материи (объекта защиты), воспринимающего этот поток. Опасности проявляют себя только во взаимодействии систем **"источник опасности – объект защиты"**. Отсутствие одной из названных систем теоретически вообще исключает вопрос о защите от опасностей.

Таким образом, *для возникновения и реализации опасности необходимо соблюдение следующих условий:*

- наличие совокупности систем "источник воздействия – объект защиты" и их совпадение по месту и по времени пребывания в жизненном пространстве;
- наличие источника опасности, способного создавать значимые потоки вещества, энергии или информации;
- наличие у защищаемого объекта ограничений по величине воздействия потоков.

Проиллюстрируем сказанное на примере ионизирующего излучения.

Радиация, проникающая из мест её генерирования в жилые районы или районы, прямо не связанные с производством и использованием ядерной энергии, не должна превышать 0,5 бэр в год на одного человека. В районах распространения радиоактивных минералов доза фонового облучения, получаемого человеком, может превышать 2 бэр в год. Если человек подвергнется кратковременному облучению величиной примерно 20 бэр, последствия облучения сразу не сказываются на организме. Значительные

изменения в кроветворной системе наступают при дозе облучения свыше 150–200 бэр. Доза кратковременного облучения, превышающая 1000 бэр, обычно смертельна. Небольшие дозы, получаемые в течение многих месяцев или лет, переносятся организмом лучше [табл.2].

**Таблица 2.** Дозы облучения человека

<b>Причина или следствие облучения</b>	<b>Доза</b>
Просмотр одного хоккейного матча по телевизору	1 мкбэр
Ежедневный 3–часовой просмотр телевизионных передач в течение года	0,5 мбэр
Перелет самолетом на расстояние 2 400 км	1 мбэр
Доза облучения, получаемая в течение года, свыше которой возможны генетические отклонения	7 – 5 мбэр
Начальные изменения состава крови при длительном ежедневном облучении	20 –50 мбэр
Фоновое излучение, получаемое человеком в течение года (или 0,011 мбэр/ч)	100 мбэр
Образование опухолей при длительном ежедневном облучении	110 мбэр
Доза облучения, получаемая при флюорографии	370 мбэр
Доза облучения, получаемая при рентгенографии зубов	3 бэр
Разовое аварийное облучение населения вблизи АЭС (не наблюдается изменений в органах и тканях человека)	10 бэр
Разовое допустимое облучение персонала АЭС	25 бэр
Местное облучение при рентгеноскопии желудка	30 бэр
Разовое облучение, при котором наблюдаются кратковременные незначительные изменения состава крови	75 бэр
Нижний уровень легкой (I) степени лучевой болезни	100 бэр
Нижний уровень развития лучевой болезни средней тяжести (II степени)	200 бэр
Тяжелая (III) степень лучевой болезни (летальный исход без специального лечения)	400 бэр
Крайне тяжелая (IV) степень лучевой болезни (летальная доза)	600 бэр
Мгновенная смерть (так называемая гибель «под ключом»)	20 000 бэр

### 1.2.3 ПРЕДЕЛЫ ТОЛЕРАНТНОСТИ ОРГАНИЗМА

**Толерантность** – способность организма переносить неблагоприятное влияние того или иного фактора среды. Американский зоолог В. Шелфорд в начале XX в. сформулировал закон толерантности: «Лимитирующим фактором процветания популяции (организма) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, а диапазон между ними определяет величину выносливости (предел толерантности) организма к заданному фактору».

**Зона оптимума** с точкой комфорта (точка максимума жизненного потенциала) и **зоны допустимых значений** фактора воздействия являются областью нормальной жизнедеятельности, а зоны с большими отклонениями фактора от оптимума называются зонами угнетения. **Пределы толерантности** по фактору воздействия совпадают со значениями минимума и максимума фактора, за пределами которых существование организма невозможно (это – зона гибели).

Проиллюстрируем сказанное. В естественных условиях на поверхности Земли температура атмосферного воздуха изменяется от  $-88$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ , в то время как температура внутренних органов человека за счет терморегуляции его организма сохраняется комфортной, близкой к  $37^{\circ}\text{C}$ . Наивысшая температура внутренних органов, которую выдерживает человек, –  $+43$ , минимальная –  $+25^{\circ}\text{C}$ .

Температура воздуха в рабочих и жилых помещениях, на улицах и в природных условиях существенно влияет на состояние организма человека, изменяя его жизненный потенциал. При низких температурах нам холодно, при высоких – жарко. При температуре воздуха  $30^{\circ}$  работоспособность человека значительно падает.

Установлено, что у человека существует зависимость комфортных температур окружающей среды от категории тяжести выполняемых работ (легкая, средняя, тяжелая), от периода года и некоторых других параметров микроклимата. Так, для человека, выполняющего легкую работу, комфортная температура летом составляет  $23-25^{\circ}\text{C}$ , зимой –  $22-24^{\circ}\text{C}$ ; для человека, занимающегося тяжелым физическим трудом, летом –  $18-20^{\circ}\text{C}$ , зимой  $16-18^{\circ}\text{C}$ .

Отклонения температуры среды от комфортных значений на  $\pm 2-5^{\circ}\text{C}$  считаются допустимыми, поскольку не оказывают влияние на здоровье человека, а лишь уменьшают производительность его деятельности. Дальнейшие отклонения температуры окружающего воздуха от допустимых значений сопровождаются тяжелыми воздействиями на организм человека и

ухудшением его здоровья (нарушение дыхания, сердечной деятельности и др.).

При еще больших отклонениях температур окружающего воздуха от допустимых значений возможен перегрев (гипертермия) или переохлаждение (гипотермия) организма человека, а также получение им тепловых или холодовых травм.

Необходимо отметить, что классическая кривая Шелфорда имеет отношение только к природным факторам воздействия (в нашем примере это температура окружающей среды). Факторы, полностью чуждые организму, могут иметь зону комфортности вблизи нуля интенсивности и только один максимальный предел воздействия. Это хорошо иллюстрирует процесс влияния акустических колебаний на организм человека. Реальные уровни звука в местах возможного пребывания человека могут изменяться в весьма широких пределах от 0 до 160 дБА и сопровождаются широкой гаммой ответных реакций организма человека.

При уровнях звука до 20 дБА человек чувствует себя комфортно, не реагируя негативно на наличие звуков в окружающей его среде; уровни звука до 50 дБА не влияют на здоровье человека, занимающегося интеллектуальной деятельностью, а у людей, связанных с физическим трудом, верхняя граница может быть расширена до 80 дБА. Эти значения уровня звука соответствуют предельно допустимым условиям воздействия звука на человека в процессе его деятельности.

Дальнейший рост уровня звука свыше 80 дБА при длительных его экспозициях (до нескольких лет) может приводить к тугоухости, при этом с дальнейшим увеличением уровня звука вероятность возникновения тугоухости растет, а при уровнях звука 140 дБА и выше возможно травмирование человека из-за разрыва барабанных перепонки или контузии. При уровнях 160 дБА может наступить смерть человека.

Из рассмотренного примера следует, что, изменяя потоки в среде обитания, можно получить ряд характерных видов воздействия потоков на человека, а именно:

- **комфортное (оптимальное)**, когда потоки соответствуют оптимальным условиям воздействия: создают оптимальные условия деятельности и отдыха; предпосылки для проявления наивысшей работоспособности и, как следствие, максимальной продуктивности деятельности; гарантируют сохранение здоровья человека и целостности компонент среды обитания;
- **допустимое**, когда потоки, воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека. Соблюдение условий допустимого воздействия гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых негативных процессов у человека и в среде обитания;
- **опасное**, когда потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая при длительном воздействии заболевания, и (или) приводят к деградации среды обитания;
- **чрезвычайно опасное**, когда потоки высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в среде обитания. Гибель организма происходит при значениях фактора воздействия, лежащих вне зоны толерантности, ее можно рассматривать как процесс распада организма на простые системы.

На основании вышеизложенного можно сформулировать аксиому о воздействии среды обитания на человека: **«воздействие среды обитания на человека может быть позитивным или негативным, характер воздействия определяют параметры потоков веществ, энергий и информации».**

Из четырех характерных видов воздействия среды обитания на человека первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности, а два других (опасное и чрезвычайно опасное) являются недопустимыми для процессов жизнедеятельности человека.

При анализе процесса воздействия опасностей следует учитывать аксиому об одновременном воздействии опасностей и наличие совокупного воздействия опасностей на объект защиты.

Аксиома об одновременном воздействии опасностей: потоки вещества, энергии и информации, генерируемые их источниками, не обладают избирательностью по отношению к объектам защиты и одновременно воздействуют на человека, природную среду и техносферу, находящихся в зоне их влияния.

Из этой аксиомы следует, например, что вибрация любого здания одновременно воздействует на людей, строительные материалы и конструкции, на коммуникации и устройства, находящиеся в нем. Результат воздействия вибрации одной интенсивности на все находящиеся в здании объекты может быть различным (опасным или неопасным) и полностью определяется способностью объекта защиты (человек, материалы, коммуникации и т.п.) к восприятию возникшей в этом здании вибрации.

При оценке воздействия опасностей на объект защиты необходимо также учитывать, что любой объект воспринимает одновременно все потоки вещества, энергии и информации, поступающие в зону его пребывания в соответствии с аксиомой о совокупном воздействии опасностей: **«На любой объект защиты одновременно воздействуют все потоки, поступающие извне в зону его пребывания».**

Для современного состояния совокупности системы "человек – техносфера" характерны два вида негативных ситуаций, связанных с воздействием опасностей на человека:

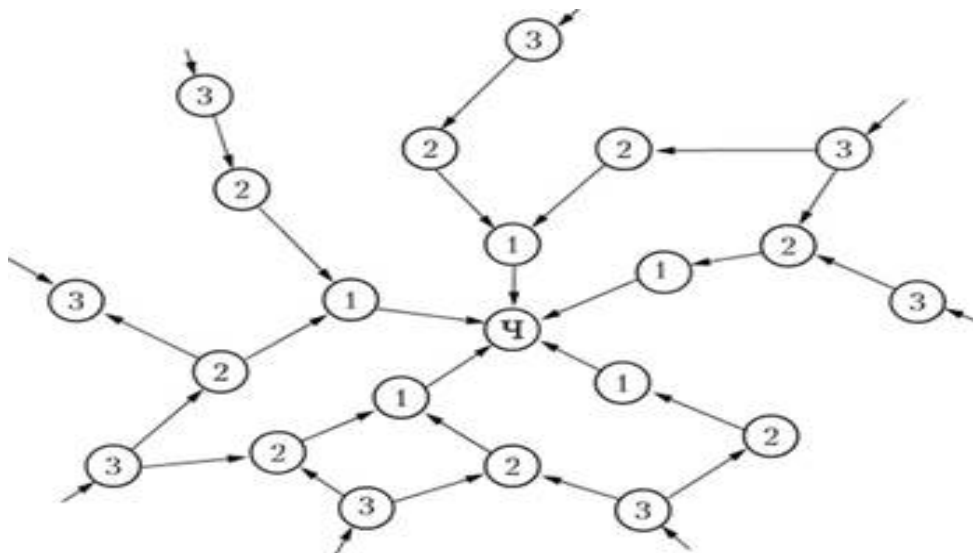
- **ситуация – длительное (повседневное) воздействие постоянных или переменных опасностей ограниченной интенсивности в локальных, региональных и глобальных зонах.** Сюда относятся ситуации, связанные с длительным действием опасностей на производстве, в быту и в городе, а также действия глобальных опасностей (потепление климата, разрушение озонового слоя, кислотные осадки, повышение радиоактивного фона атмосферы);
- **ситуация – кратковременные воздействия импульсных опасностей высокой интенсивности в локальных (максимум – в региональных) зонах.** Сюда относятся чрезвычайные ситуации, связанные с техногенными авариями, катастрофами и стихийными бедствиями.

#### 1.2.4 ПОЛЕ ОПАСНОСТЕЙ

Современный мир опасностей (**ноксосфера**) обширен и весьма значителен. Как правило, в производственных, городских или бытовых условиях на человека воздействует одновременно несколько негативных факторов. Комплекс факторов, одновременно действующих на конкретный объект защиты, зависит от текущего состояния совокупности источников опасности около объекта. Совокупность источников образует около защищаемого объекта так называемое **поле опасностей**.

Поле опасностей, действующих на объект защиты, можно представить в виде совокупности факторов первого, второго, третьего и иных кругов, расположенных вокруг защищаемого объекта. Считается, что основное влияние на объект защиты (человека) оказывают факторы первого круга. Факторы второго круга влияют в основном на другие объекты защиты (здания и сооружения, промышленные территории и т.п.). Опасности третьего круга оказывают всеобщее влияние на население регионов и крупных городов, континентов и все население Земли. Опасности второго и

третьего круга опосредовано могут воздействовать на каждого человека, усиливая влияние первого круга опасностей. Характерное строение причинно–следственного поля опасностей, действующих на человека в современной техносфере, показано на рис 1.



**Рис. 1.** Схематическое изображение причинно – следственного поля опасностей, в котором находится организм человека (Ч)

В состав **первого круга опасностей** (1), непосредственно действующих на человека, входят:

- опасности, связанные с климатическими и погодными изменениями в атмосфере и гидросфере;
- опасности, возникающие из-за отсутствия нормативных условий деятельности, – по освещенности, по содержанию вредных примесей, по электромагнитному и радиационному излучениям и т.п.;
- опасности, возникающие в селитебных зонах и на объектах экономики при реализации технологических процессов и эксплуатации технических средств как за счет несовершенства техники, так и за счет ее нерегламентированного использования операторами технических систем и населением в быту;



- чрезвычайные опасности, возникающие при стихийных явлениях и техногенных авариях, в селитебных зонах и на объектах экономики;
- опасности, возникающие из-за недостаточной подготовки работающих и населения по безопасности жизнедеятельности.

Основные причины возникновения **опасностей второго круга (2)**, характерных для урбанизированных территорий, обусловлены наличием и нерациональным обращением отходов производства и быта; чрезвычайными ситуациями, возникающими при стихийных явлениях и техногенных авариях, в селитебных зонах и на объектах экономики; недостаточным вниманием руководителей производства к вопросам безопасности проведения работ и т.п. Это создает условия для неправильной организации рабочих мест, нарушения условий труда, загрязнения воды, продуктов питания и т.п.

**Опасности третьего круга (3)** – опасности межрегионального и глобального влияния – не всегда выражены достаточно четко. Однако некоторый их перечень может быть сформулирован. К ним, прежде всего, следует отнести отсутствие необходимых знаний и навыков у разработчиков при проектировании технологических процессов, технических систем, зданий и сооружений; отсутствие эффективной государственной системы руководства вопросами безопасности в масштабах отрасли экономики или всей страны; недостаточное развитие системы подготовки научных и руководящих кадров в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды.

Разделение ноксосферы на отдельные круги опасностей является достаточно условным, но весьма важным при анализе причин негативного влияния опасностей на людей. Нужно руководствоваться следующим: пренебрежение требованиями безопасности в первом круге опасностей сопровождается, как правило, травмами, отравлениями или заболеваниями человека или небольших групп людей; пренебрежение требованиями безопасности во втором круге опасностей, как правило, отдалает по времени

негативные последствия, но увеличивает масштабы их воздействия на людей (массовые отравления при загрязнении биоресурсов отходами, гибель людей в шахтах, при обрушении строительных конструкций и т.п.). Действие источников опасностей третьего круга обычно широкомасштабно. Так, например, применение этилированного бензина в двигателях внутреннего сгорания, санкционированное государством, губительно для населения крупных городов; принятие решения о переработке в России радиоактивных отходов, ввозимых из-за рубежа, таит опасность радиоактивного воздействия на население многих регионов нашей страны и т.д.

В настоящее время комплексная оценка реальных ситуаций с использованием модельных представлений о причинно-следственном поле опасностей, действующих на промышленном предприятии, в техносферном регионе и т.п., проводится редко из-за отсутствия теоретических и практических разработок в этой области. Это задача ближайшего будущего, входящая в комплекс научных исследований в области обеспечения техносферной безопасности.

### 1.2.5 КЛАССИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ

Качественную **классификацию опасностей** целесообразно вести по двухуровневой схеме, сведя в первую группу (**I уровень**) **классификации свойства опасностей**, а именно:

- происхождение опасности;
- физическая природа потока, образующего опасность;
- интенсивность (уровень) потока;
- длительность воздействия опасности на объект защиты;
- вид зоны воздействия опасностей;
- размеры зон воздействия опасности;
- степень завершенности процесса воздействия опасности на объект защиты.

Во вторую группу (**II уровень**) классификации опасностей целесообразно свести признаки, связанные со свойствами объекта защиты, а именно:

- способность объекта защиты различать опасности;
- вид влияния негативного воздействия опасности на объект защиты;
- численность лиц, подверженных воздействию опасности.

По происхождению опасности среды обитания следовало бы разделить на **естественные и антропогенные**, полагая при этом, что естественные опасности обусловлены климатическими и иными природными явлениями и что возникают они при изменении погодных условий и естественной освещенности в биосфере, а также при стихийных явлениях, происходящих в биосфере (наводнения, землетрясения и т.д.).

Все остальные опасности следовало бы назвать антропогенными, поскольку человек непрерывно воздействует на среду обитания продуктами своей деятельности (техническими средствами, выбросами различных производств и т.п.), генерируя тем самым в среде обитания многочисленные опасности. При этом под антропогенными опасностями следует понимать опасности, которые возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий человека или групп людей.

В принципе все опасности, происходящие от машин и технологий, по своей сути антропогенны, поскольку их творцом считается человек, однако, учитывая их многообразие, значимость и, как правило, обезличенность по отношению к их создателю, эти опасности в современном представлении выделяют в отдельную группу – группу техногенных опасностей.

**Техногенные опасности** создают элементы техносферы – машины, сооружения и вещества. Перечень техногенных реально действующих опасностей значителен и насчитывает более 100 видов. К распространенным и обладающим достаточно высокими уровнями относятся производственные опасности: запыленность и загазованность воздуха, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения, повышенные или

пониженные параметры атмосферного воздуха в помещениях (температура, влажность, подвижность, давление), недостаточное и неправильно организованное искусственное освещение, монотонность деятельности, тяжелый физический труд, электрический ток, падающие предметы, высота, движущиеся машин и механизмов, части разрушающихся конструкций и др.

В быту и в городских условиях человека также сопровождает целая гамма техногенных негативных факторов. К ним относятся: воздух, загрязненный продуктами сгорания природного газа, выбросами ТЭС, промышленных предприятий, автотранспорта и мусоросжигающих заводов; вода с избыточным содержанием вредных примесей; недоброкачественная пища; шум, инфразвук, вибрация; электромагнитные поля от бытовых приборов, телевизоров, дисплеев, ЛЭП, радиорелейных устройств; ионизирующие излучения при различных медицинских обследованиях, фон от строительных материалов и др.

Таким образом, по происхождению все опасности принято делить на естественные, антропогенные и техногенные, при этом считают, что естественные опасности создаются природой, а техногенные и антропогенные опасности – рукотворны. Более внимательное изучение происхождения опасностей позволяет выделить еще три группы опасностей: естественно–техногенные, природно-техногенные и антропогенно–техногенные.

**К естественно–техногенным опасностям** следует отнести те, которые инициируются естественными процессами (землетрясения, ветры, дожди и т.п.), приводят к разрушению технических объектов (зданий, плотин, дорог и т.п.) и сопровождаются потерей здоровья и жизни людей или разрушениям элементов окружающей среды.

**К антропогенно–техногенным опасностям** относят такие опасности, которые инициируются вследствие ошибок человека (обычно оператора технической системы) и проявляются через несанкционированное действие или разрушение техники или сооружений (аварии на транспорте по вине

водителей, пожары и взрывы из-за неправильного обращения с огнем, с электрооборудованием и т.п.).

**К техноприродным опасностям** относятся те, которые инициируются хозяйственной деятельностью человека в процессе техногенеза (горнодобывающая промышленность, интенсивное земледелие с применением пестицидов, нефтегазодобыча и др.)

Как уже было сказано выше, все жизненные потоки по их физической природе (вид потока) делятся на массовые, энергетические и информационные, следовательно, и возникающие при этом опасности следует воспринимать как массовые, энергетические и информационные.

**Массовые опасности** возникают при перемещении воздуха (торнадо, ураганы и т.п.), воды и снега (ливни, лавины, штормы, цунами), грунта и других видов земной массы (землетрясения, пыльные бури, оползни и камнепады, извержения вулканов и т.п.). Массовые опасности характеризуются количеством и скоростью перемещения масс различных веществ. Эти опасности возникают также при поступлении в элементы биосферы (воздух, вода, земля) различных ингредиентов. В этом случае уровень опасности зависит от концентрации ингредиентов в единице объема или массы элемента биосферы. Концентрация ингредиентов измеряется в мг/м<sup>3</sup>, мг/л, мг/кг.

**Энергетические опасности** связаны с наличием в жизненном пространстве различных полей (акустических, магнитных, электрических и т.п.) и излучений (лазерное, ионизирующее и др.), которые обычно характеризуются интенсивностью полей и мощностью излучений.

**Информационные опасности** возникают при поступлении к человеку (обычно к оператору технических систем), избыточной или ошибочной информации, определяемой в бит/с.

Все опасности по интенсивности воздействия разделяют на опасные и чрезвычайно опасные.

**Опасные потоки** обычно превышают предельно допустимые потоки не более чем в разы. Например, если говорят, что концентрация  $i$ -го газа в атмосферном воздухе составляет  $< 10$  ПДК, то подразумевают, что это опасная ситуация, угрожающая человеку потерей здоровья, поскольку находится в зоне его толерантности.

В тех случаях, когда уровни потоков воздействия выше границ толерантности, ситуацию считают **чрезвычайно опасной**. Обычно она характерна для аварийных ситуаций или зон стихийного бедствия. В этих случаях концентрация примесей или уровни излучений на несколько порядков превышают ПДК или ПДУ и угрожают человеку летальным исходом.

По длительности воздействия опасности классифицируют на постоянные, переменные (в том числе периодические) и импульсные. **Постоянные** (действуют в течение рабочего дня, суток) **опасности**, как правило, связаны с условиями пребывания человека в производственных или бытовых помещениях, с его нахождением в городской среде или в промышленной зоне.

**Переменные опасности** характерны для условий реализации циклических процессов: шум в зоне аэропорта или около транспортной магистрали; вибрация от средств транспорта и т.п. **Импульсное или кратковременное воздействие опасности** характерно для аварийных ситуаций, а также при залповых выбросах, например, при запуске ракет. Многие стихийные явления, например гроза, сход лавины и т.п., также относятся к этой категории опасностей.

**По виду зоны воздействия (по месту воздействия) опасности делят на производственные, бытовые и городские, а также на зоны ЧС.**

**По размерам зоны воздействия опасности классифицируют на локальные, региональные, межрегиональные и глобальные.**

Как правило, бытовые и производственные опасности являются локальными, ограниченными размерами помещения, а такие воздействия, как

потепление климата (парниковый эффект) или разрушение озонового слоя Земли, являются глобальными.

Опасности иногда воздействуют одновременно на территории и население двух и более сопредельных государств. В этом случае опасные зоны и опасности становятся межнациональными, а поскольку источники опасности, как правило, расположены только на территории одного из государств, то возникают ситуации, приводящие к трудностям ликвидации последствий этих воздействий.

По степени завершенности процесса воздействия на объекты защиты опасности разделяют на потенциальные, реальные и реализованные.

**Потенциальная опасность** представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия. Например, в выражениях "шум вреден для человека", "углеводородные топлива – пожаровзрывоопасны" говорится только о потенциальной опасности для человека шума и горючих веществ.

Наличие потенциальных опасностей находит свое отражение в утверждении, что жизнедеятельность человека потенциально опасна. Оно предопределяет, что все действия человека и все компоненты среды обитания, прежде всего, технические средства и технологии, кроме позитивных свойств и результатов, обладают способностью генерировать опасности. При этом любое новое позитивное действие человека или его результат неизбежно приводит к возникновению новых негативных факторов.

**Реальная опасность** всегда связана с конкретной угрозой негативного воздействия на объект защиты (человека, природу). Она всегда координирована в пространстве и во времени. Например, движущаяся по шоссе автоцистерна с надписью "огнеопасно" представляет собой реальную опасность для человека, находящегося около автодороги. Как только автоцистерна ушла из зоны пребывания человека, она превратилась в источник потенциальной опасности по отношению к этому человеку.

**Реализованная опасность** – факт воздействия реальной опасности на человека и (или) среду обитания, приведший к потере здоровья или летальному исходу человека, к материальным потерям, разрушению природы. Если взрыв автоцистерны привел к ее разрушению, гибели людей и (или) возгоранию строений, то это реализованная опасность.

**Ситуации, в которых опасности реализуются, принято разделять на происшествия и чрезвычайные происшествия, а последние – на аварии, катастрофы и стихийные бедствия.**

В результате возникновения ЧП на объектах экономики, в регионах и на иных территориях могут возникать **чрезвычайные ситуации (ЧС)** – состояние объекта, территории или акватории, как правило, после ЧП, при котором возникает угроза жизни и здоровья для групп людей, наносится материальный ущерб населению и экономике, деградирует природная среда.

Во вторую группу (**II уровень**) классификация опасностей сведены **признаки, связанные со свойствами объекта защиты.**

Объект защиты, как правило, обладает избирательной способностью к идентификации опасностей органами чувств. Ряд опасных воздействий (вибрация, шум, нагрев, охлаждение и т.д.) человек идентифицирует с помощью органов чувств. Некоторые опасные воздействия, такие как инфразвук, ультразвук, электромагнитные поля и излучения, радиация, не идентифицируются человеком. Все опасности по способности объекта защиты выявлять их органами чувств можно классифицировать на **различаемые и неразличаемые.**

По виду негативного воздействия опасностей на объект защиты их принято делить на **вредные (угнетающие) и травмоопасные (разрушающие) факторы.**

**Вредный фактор** – негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию.

**Травмирующий (травмоопасный) фактор** – негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу.



Термины «угнетающие» и «разрушающие» применяют для оценки воздействия опасностей на природу. Для техносферы используют термин «разрушающие».

По численности лиц, подверженных воздействию опасности, принято выделять **индивидуальные, групповые и массовые**.

Классификация опасностей по признакам, характеризующим их свойства и воздействие на объект защиты приведена в таблице 3.

Классификация опасностей позволяет для каждого конкретного случая подробно описать негативное событие и составить "**паспорт**" опасности, например:

- транспортный шум имеет техногенное происхождение в виде потока энергии с опасной интенсивностью в зонах города или на транспортных магистралях и представляет реальную опасность для людей. Шум – это различимая органами слуха опасность, имеющая главным образом вредное действие на человека и группы людей. На природные и техногенные объекты существенного влияния не оказывает;
- акустическое воздействие взрыва, орудийного выстрела или пуска ракеты имеет техногенное происхождение в виде потока энергии чрезвычайно высокой интенсивности и кратковременного (импульсного) воздействия, реализуемого в локальных зонах. Оценивая взрыв по влиянию на объект защиты, его следует отнести к различаемым и травмоопасным воздействиям, способным оказывать воздействия от индивидуального до группового.

Паспорт опасности можно представить и в табличной форме (табл. 4).

Таблица 3. Классификация опасностей

Признаки классификации опасностей	Вид (класс)
<i>Первая группа. Свойства опасностей</i>	
По происхождению	Естественные Естественно–техногенные Антропогенные Антропогенно–техногенные Техногенные Техноприродные
По физической природе	Массовые Энергетические Информационные
По интенсивности потока	Опасные Чрезвычайно опасные
По длительности воздействия	Постоянные Переменные, периодические Импульсивные, кратковременные
По размерам зоны воздействия	Локальные (местные) Региональные Межрегиональные Глобальные
По степени завершенности процесса воздействия	Потенциальные Реальные Реализованные
<i>Вторая группа. Свойства объекта защиты</i>	
По способности различать (идентифицировать) опасности	Различаемые Не различаемые
По виду негативного воздействия	Вредные Травмоопасные
По масштабу воздействия (по численности лиц, подверженных воздействию опасности)	Индивидуальные Групповые Массовые

Таблица 4. Паспорт опасности грозового разряда в атмосфере

Признак	Вид деятельности
Происхождение	Естественное
Физическая природа потока	Энергетическая
Интенсивность потока	Чрезвычайно опасная
Длительность воздействия	Кратковременная
Зона воздействия	Городская и природная
Размеры зоны воздействия	Локальная
Степень завершенности процесса воздействия	Реальна при угрозе и реализованная попаданием молнии в объект защиты
Степень идентификации опасности человеком	Различимая
Вид негативного воздействия	Травмоопасная
Масштаб воздействия	Индивидуальный, редко групповой

Паспорт опасности необходим для правильной оценки негативного влияния на людей и окружающую среду, а также для выбора защитных мер, необходимых для устройства локализации воздействия опасности.

Согласно стандартам МЧС ЧС классифицируются в зависимости от числа пострадавших, числа людей, у которых оказались нарушенными условия жизнедеятельности, от размера материального ущерба, а также от границ зон распространения поражающих факторов. Ранее (Постановление Правительства Российской Федерации от 13 сентября 1996 г. № 1094) выделялись локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные ЧС. В настоящее время принята другая классификация ЧС, учитывающая новую номенклатуру административных единиц (Постановление Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 304).

**Таблица 5.** Классификация ЧС по масштабам проявления

Характер ЧС	Количество пострадавших чел., либо ущерб. руб.		Граница зоны ЧС
Локального характера	Не более 10	Не более 100 тыс.	Не выходит за пределы территории объекта
Муниципального характера	Не более 50	Не более 5 млн.	Не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения
Межмуниципального характера	Не более 50	Не более 5 млн.	Затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию
Регионального характера	Свыше 50, не более 500	Свыше 5 млн., не более 500 млн.	Не выходит за пределы территории одного субъекта Российской Федерации
Межрегионального характера	Свыше 50, не более 500	Свыше 5 млн., не более 500	Затрагивает территорию двух и более субъектов Российской Федерации
Федерального характера	Свыше 500	Свыше 500 млн.	

За 2009 – 2016 годы в РФ произошло 2673 чрезвычайных ситуации, из которых 1400 – ЧС локального характера, 952 ЧС – муниципального, 123 – межмуниципального, 165 – регионального, 8 – межрегионального, и 11 – ЧС федерального характера.

Из всех ЧС более 88 % составляют ЧС локального и муниципального характера.

Из 2673 ЧС рассматриваемого периода в Российской Федерации 1565 – техногенные ЧС, 727 – природные, и 348 ЧС – биолого – социальные. Более половины (59%) произошедших ЧС – техногенного характера, менее трети («27%») – природные чрезвычайные ситуации.

За рассматриваемый период в Российской Федерации в ЧС погибло 5712 человек, из них в техногенных ЧС – 5068 человек, в природных ЧС – 304 человека и в биолого–социальных ЧС – 148 человек (92 погибших не отнесены ни к одной из этих категорий). Значительная часть (88.7 %) погибла в результате техногенных ЧС, доля погибших в природных ЧС составила 5.3 %, а в биолого–социальных ЧС – 2.6%.

Число пострадавших от ЧС в Российской Федерации за рассматриваемый период: всего 614801 человек, из них в техногенных ЧС – 37220, в природных ЧС – 574261, в биолого–социальных ЧС – 2333 (987 пострадавших не отнесены ни к одной из вышеуказанных категорий).

### **1.3. ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

#### **1.3.1 СИСТЕМА «ЧЕЛОВЕК – СРЕДА ОБИТАНИЯ»**

Человек живет и действует в окружении той или иной среды, вместе они образуют непрерывно функционирующую систему «человек – среда обитания». **Среда обитания** – это окружение человека, характеризующееся в конкретный момент времени совокупностью факторов (физических, химических, биологических, социальных, информационных). Эти факторы

способны оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на жизнедеятельность человека и окружающую среду.

Действуя в **системе «человек – среда обитания»**, человек непрерывно решает основные задачи по удовлетворению своих потребностей. Американский психолог Абрахам Маслоу, изучая теорию иерархии потребностей, распределил потребности человека по мере убывания их важности. Он объяснял такое построение тем, что человек не может испытывать потребности высокого уровня, пока нуждается в более примитивных вещах. В основании – физиология (утоление голода, жажды, потребности в жилье и т. п.). Ступенью выше разместилась потребность в безопасности, над ней – потребность в привязанности и общении, а также в принадлежности какой-либо социальной группе. Следующая ступень – потребность в уважении и одобрении, над которой Маслоу поставил познавательные потребности (жажда знаний, желание воспринимать как можно больше информации). Далее следует потребность в эстетике (жажда гармонизировать жизнь, наполнить её красотой, искусством). И наконец, последняя ступень пирамиды, наивысшая, – стремление к раскрытию внутреннего потенциала (она и есть самоактуализация). Важно заметить, что каждая из потребностей не обязательно должна быть утолена полностью – достаточно частичного насыщения для перехода на следующую ступень.

Формы, в которых проявляются потребности, могут быть разными, здесь нет единого стандарта. У каждого из нас свои мотивации и способности. Поэтому, например, потребность в уважении и признании у разных людей может проявляться неодинаково: одному необходимо стать выдающимся политиком и завоевать одобрение большинства своих сограждан, а другому вполне достаточно, чтобы собственные дети признавали его авторитет. Такой же широчайший диапазон в рамках одной и той же потребности можно наблюдать на любой ступени пирамиды, даже на первой физиологические потребности (рис. 2).

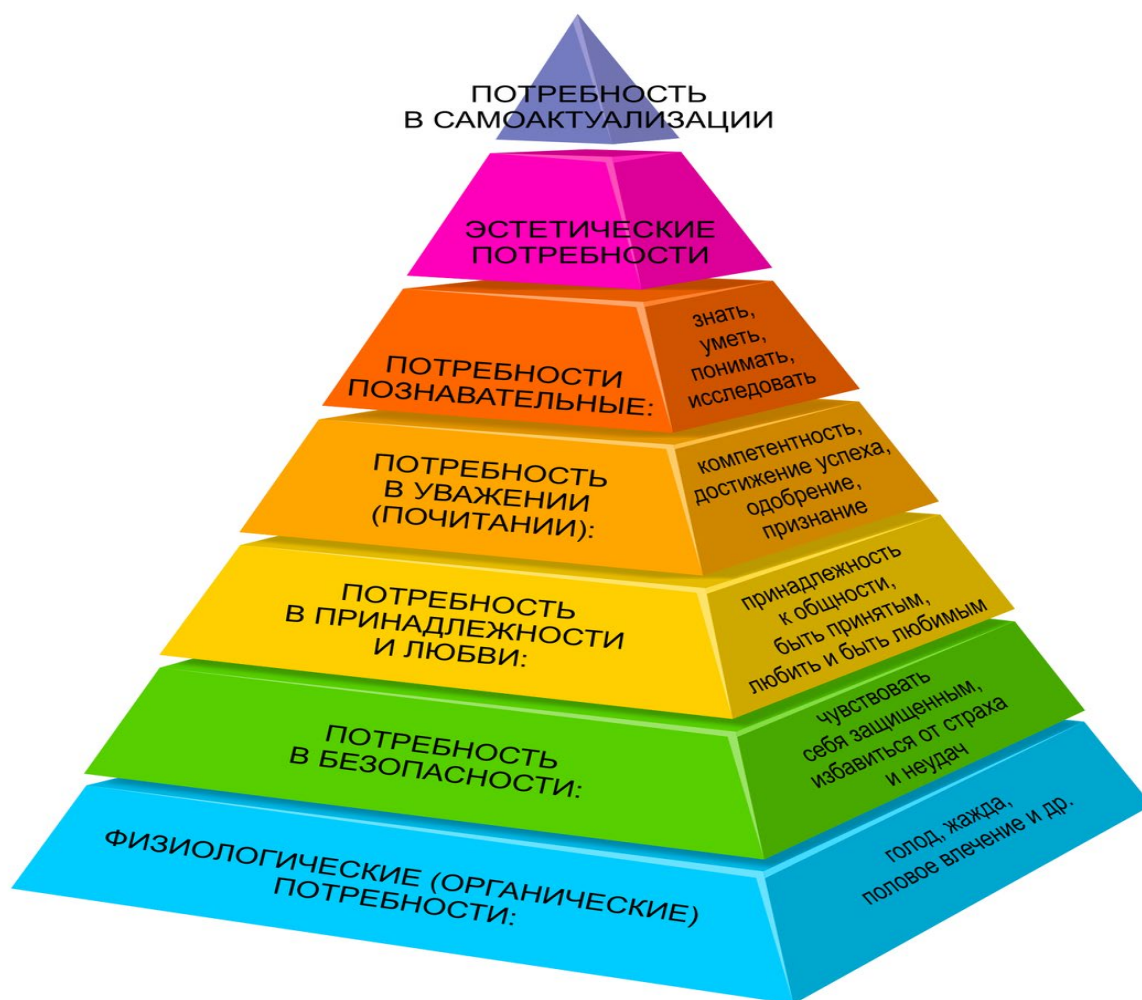


Рис. 2. Диаграмма иерархии человеческих потребностей по Маслоу

Ступени (снизу вверх):

1. Физиологические;
2. Безопасность;
3. Любовь/Принадлежность к чему–либо;
4. Уважение;
5. Познание;
6. Эстетические;
7. Самоактуализация.

Причём последние три уровня: «познание», «эстетические» и «самоактуализация» в общем случае называют «Потребностью в самовыражении» (Потребность в личностном росте).

Из иерархии потребностей следует что, потребность в безопасности – это одна из первичных, наиважнейших потребностей человека, где бы он ни был, что бы он ни делал, в какой среде бы он ни находился. Человек вынужден создавать и использовать системы защиты от негативных воздействий, как со стороны среды обитания, так и со стороны себе подобных. Эту задачу решает **«Техногенная безопасность» – наука о безопасности и комфортном взаимодействии человека со своей средой обитания, которой может являться производственная, городская, бытовая или природная среда.**

**Производственная среда** наиболее опасна, так как для реализации любого производственного процесса необходимо использование мощных источников энергии и разнообразных химических веществ, что несет в себе угрозу потенциального негативного воздействия. Прогресс в сфере промышленного производства и создание новой техники в период технического прогресса научно–технической революции сопровождался и сопровождается в настоящее время ростом энерговооруженности рабочих мест и синтезом новых химических соединений, что расширило список и усилило действие опасных и вредных факторов производственной среды.

**Производственная среда** – это среда, где человек осуществляет свою трудовую деятельность (предметы труда, орудия труда, продукты труда, условия труда). В более широком понимании это и организация производства с различными элементами управления, среди которых одним из ведущих является совершенствование охраны труда, в том числе с использованием экономических стимулов.

В современной России в некомфортных условиях производственной деятельности трудится около 18 % работающих.

Работающее население страдает профессиональными заболеваниями, которые распределяются следующим образом: 35 % – органы дыханий, 25 % – вибрационная болезнь, 12 % – органы слуха, 12 % – опорно – двигательный аппарат. Производственный травматизм со смертельным

исходом в России в последние годы находится на уровне 0.125 – 0.150 случаев на 1000 работающих, тогда как за рубежом этот показатель существенно ниже и составляет 0.07 – 0.09.

В мире ежегодно от травматизма погибает около 2 млн. человек.

Анализ типологии несчастных случаев тяжелыми последствиями, происшедших в 2014 году в организациях Российской Федерации, свидетельствует о том, что практически каждый третий несчастный случай (30.8 %) произошел в результате падения пострадавшего с высоты; каждый четвертый (24 %) – в результате воздействия движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов, деталей, машин и механизмов; 13.8 % – в результате транспортных происшествий; 12.4 % – в результате падения, обрушения, обвалов предметов, материалов.

**Основными причинами производственного травматизма являются организационные, технические, санитарно – гигиенические, социально – психологические, климатические, психофизиологические, экономические и индивидуальные.**

**Городская среда.** Сегодня городская среда оказывает на человека весьма негативное воздействие. Немало очевидного вредного влияния на здоровье загрязненного воздуха и питьевой воды городской житель оказывается еще и в зоне воздействия целого ряда факторов, влияющих отрицательно на общее состояние организма.

Существенным негативным фактором городской среды является шум, создаваемый транспортом. На магистральных улицах уровень шума достигает 96 дБ, а на выходящих окнами на проезжую часть квартирах домов уровень шума только на 10–15 дБ ниже.

Шум вызывает изменения функционального состояние центральной нервной и сердечно – сосудистой систем. Ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, повышение содержания холестерина в крови встречаются чаще у людей, проживающих в шумных районах. Под воздействием шума нарушается сон, после пробуждения люди чувствуют



усталость, головную боль. Со временем это приводит к переутомлению, снижению работоспособности, болезням.

Помимо звуковых волн, воспринимаемых нами как шум, существует еще и **инфразвук** – неслышимые человеческим ухом низкочастотные колебания. Есть антропогенные источники инфразвука – многие работающие механизмы, трансформаторы и пр. Предполагается, что колебания частотой 6 Гц совпадают с альфа-ритмом головного мозга – под их воздействием возникает ощущение морской болезни, усталости, они могут привести к потере зрения и даже к смерти. Инфразвук с частотой 7 Гц еще более опасен для человека – он может привести к остановке сердца.

Воздушная среда городов насыщена агрессивными **запахами**. Это запахи различных масел, бензина, выхлопных газов автомобилей, красок и лаков, свежего асфальта и новой мебели из ДСП, запах гари и резины. Это и более приятные, но не менее опасные для здоровья запахи дезодорантов, одеколонов, духов, косметики, стиральных порошков, способные вызвать мгновенную аллергическую реакцию. А запахи доминирующих в городе или районе производств?! Почти каждый город имеет свой специфический запах. По запаху легко можно узнать города–металлурги, города–химики, города–текстильщики, города с рыбоконсервной промышленностью, шахтерские города и т.д. Во многих случаях выбрасываемые в воздух вещества не только оказывают раздражающее влияние на наше обоняние и нервную систему, но и, попадая в организм, наносят прямой вред здоровью.

Еще одна сторона жизни современных крупных городов – образование и накопление огромного количества твердых, жидких и газообразных **отходов** как промышленного, так и бытового происхождения. Жидкие отходы просачиваются в грунт и загрязняют источники питьевой воды и грунтовые воды, газообразные – вызывают смог, отравляя все живое своими ядовитыми парами.

Огромную проблему создают твердые отходы. На сегодняшний день в городах и поселках страны накопилось 55 млн. т бытовых отходов – и то

только на зарегистрированных **свалках**. В Москве ежегодно образуется около 2,5 млн. т твердых бытовых отходов и около 6 млн. т промышленных. Из них только 10% бытовых и около 50% промышленных отходов подвергается переработке.

Основную массу твердых отходов (до 74%) составляют бумага и пищевые отходы, но немало и долго не разрушающихся пластмасс и синтетических материалов. Сжигать их нельзя, так как при этом выделяются многочисленные токсичные вещества (диоксин, фтористые соединения и др.).

И, конечно, одной из основных опасностей городской среды является **движущийся транспорт**. Только в дорожно–транспортных происшествиях (ДТП) в год гибнет в США более 40 тыс. человек, а на российских дорогах около 27–30 тыс. человек. Правда, в США на 1000 человек приходится 900 автомобилей, тогда как в России – пока не многим более 300. В перерасчете на 100 тыс. человек ежегодно в ДТП в России гибнет 20 чел., в США – 14 чел., в европейских странах – 5–6 чел., а в Израиле – 4 чел.

**Бытовая среда** – это среда проживания человека, которая содержит совокупность жилых зданий, сооружений различного назначения, коммунально – бытовых организаций и учреждений. Одним из показателей опасностей в данной среде является бытовой травматизм, который, по данным МЧС России, очень высок в России и не имеет тенденции к снижению. Ведущей причиной является выполнение жильцами работ – уборка, ремонт помещений, приготовление пищи и т.д. Бытовой травматизм является основной причиной смерти россиян в возрасте от 1 года до 44 лет. В структуре травматизма бытовой травматизм занимает 76.7 %; уличные – 14.7%; спортивные – 1.1 %; транспортные – 1.3%; производственные – 1.0 % и прочие 6.2 %.

**Природная среда** – это совокупность биотических и абиотических факторов, естественных или измененных в результате человеческой деятельности; природная среда – часть окружающей среды, природная

составляющая среды обитания и производственной деятельности человека. Природная среда отличается от других составляющих окружающей среды свойством самоподдержания и саморегуляции без корректирующего влияния человека.

Компонентами природной среды являются земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный и животный мир. Из понятия «природная среда» исключается та часть биосферы, которая коренным образом преобразована человеком в объекты хозяйственной деятельности (здания, дороги, механизмы, пахотные и иные хозяйственные угодья, горнопромышленные отходы, зеленые насаждения и т.п.). Таким образом, **природная среда – это совокупность объектов и систем материального мира в естественном состоянии, не являющаяся продуктом трудовой деятельности человека, т.е. техногенеза.** В то же время природная среда является источником важнейших природных ресурсов, таких как биопродуктивная почва, вода, минералы и руды, носители тепла и энергии (нефть, газ, уран, торф).

**Окружающая среда** – весь окружающий человека мир, включая и природную, и антропогенную среду.

Законодательное определение понятия «благоприятная окружающая среда» дано в статье 1 Федерального Закона №7 – 99 «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г:

**«Благоприятная окружающая среда – окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно – антропогенных объектов».**

Окружающая среда человека подвержена влиянию различных факторов, которые могут быть естественными, искусственными, социальными, биологическими и психологическими. Изменения окружающей среды – это изменения или нарушение, чаще всего вызываемые деятельностью человека и естественными экологическими процессами.

**Антропогенная среда** – это природная среда, прямо или косвенно, намеренно или непреднамеренно измененная человеком. Она включает в себя:

- 1) Квазиприродную среду (окультуренные ландшафты, агроценозы);
- 2) Артеприродную среду (искусственное окружение людей – здания, сооружения, дороги в сочетании с воздухом, светом и почвой);
- 3) Окружающую человека среду – совокупность абиотических, биотических и социальных факторов в сочетании с квазиприродной и артеприродной средами.

Таким образом, средой обитания человека в обобщенном виде является **техносфера**, или антропогенная среда в ее активной фазе, ибо это мир техники и технологий и связанных с ними техносферных опасностей; Это синтез природы и техники, созданной человеческой деятельностью.

### **1.3.2. СРЕДА ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ**

На протяжении многих веков среда обитания человека медленно изменяла свой облик, но мало менялись виды и уровни негативных воздействий. Так продолжалось до середины XIX в. – начала активного роста воздействия человека на среду обитания. Однако в XX в. на Земле возникли зоны повышенного загрязнения биосферы, что привело к региональной деградации. Этим изменениям во многом способствовали следующие факторы:

- 1) **Высокие темпы роста численности населения на планете и урбанизация;**

Сегодня на Земле проживает около 8 млрд. человек. Ежегодно рождается около 60 млн. человек, из них умирает примерно 23 млн. человек, а прирост составляет немногим более 36 млн. человек. Хотя, по расчетам некоторых специалистов, население Земли увеличивается более чем на 90 млн. человек в год.

В последние годы отмечается резкий рост урбанизации населения.

Главная проблема урбанизации связана с тем, что она способствует перенаселению и повышению антропогенной нагрузки на окружающую природу. В большинстве городов наблюдается неблагоприятная экологическая обстановка, что сказывается и на здоровье местных жителей. Атмосферный воздух в городах содержит значительно большие концентрации токсических примесей по сравнению с сельской местностью. Отмечено, что городское население испытывает больше стресса и в целом чаще страдает от психических расстройств. Для городов характерен высокий темп жизни, справиться с которым могут не все. В мегаполисах распространена депрессия и хроническая усталость.

Жизнь в городах не требует от человека выполнения большого объема работы, что может негативно влиять на здоровье. Сельские жители реже страдают от гиподинамии – болезни, связанной с неактивным, сидячим образом жизни.

Надо отметить, что почти во всех крупных городах значительная часть населения сталкивается с нехваткой жилья. Стоимость даже однокомнатных квартир часто значительно превосходит стоимость домов на селе. В результате многие семьи вынуждены годами снимать жилье или ютятся на очень маленькой площади.

При ложной урбанизации возникают бедные кварталы, застроенные трущобами. Уровень жизни там невысок, причем социальные лифты, способные вывести жителей оттуда, недоступны большинству из них.

Даже в развитых странах уровень преступности в городах значительно выше, чем на селе. Если в деревнях все друг у друга на виду, и поэтому тяжело незаконно обогатиться, то в городах люди часто не знают даже соседей по лестничной клетке. Здесь проще стать жертвой грабежа, кражи, мошенничества, насильственных действий.

## **2) Рост потребления и концентрации энергетических ресурсов.**

Основными источниками получения энергии являются: природный газ – 23%, уголь – 20%, нефтепродукты – 33%, атомная энергия – 6%, гидроэнергия – 6% и другие источники – 12 %, куда входят энергия ветра, энергия проливов и отливов, солнечная энергия. Потребление энергии является энергетической мерой цивилизации, а расход энергии на душу населения – критерием высокого уровня жизни. В расчете на условное топливо на душу населения США, по данным на 2013 г., потребили 11 тонн, Россия – 6 тонн, Австралия – 7.4 тонн, Европа – 4.4 тонн, Япония – 5 тонн, Индия – 0.5 тонн, Китай – 0.8 тонн, а весь мир – 2.1 тонн.

В последующие годы в связи со значительным ростом потребления энергии показатели по Китаю и Индии резко выросли и достигли до 2.0 тонн и более на душу населения. Сегодня Китай потребляет 23 % общемировой энергии, США – 16.6 %, Индия – 4.9 %, Россия – 5.3 %.

Только рост потребления электроэнергии в мире увеличился с 1545 млрд. кВт.ч. до 6400 млрд. кВт.ч. и эта тенденция будет сохраняться и в будущем. Сегодня мировое потребление энергии растет на 1.6 % в год и, несмотря на увеличение альтернативных, экологически предпочтительных источников энергии, традиционные ископаемые источники – нефть, уголь и газ – будут обеспечивать 80 % энергопотребления до 2030 г.

При сжигании ископаемого топлива увеличивается выброс в атмосферу углекислого газа и других парниковых газов, усиливающих парниковый эффект. Кроме углекислого газа, при сжигании угля, нефти или газа в атмосферу выделяются много вредных веществ: пыль, сажа, сера, хлор, фтор, метан, медь, хром, канцерогенные соединения. Эти выбросы вызывают кислотные дожди.

Энергетика – один из основных источников негативного воздействия на окружающую среду и человека. Она влияет на атмосферу, гидросферу (потребление воды, создание искусственных водохранилищ, сбросы загрязненных и нагретых вод, жидких отходов) и на литосферу (потребление ископаемых топлив, изменение ландшафта, выбросы токсичных веществ).

### **3) Интенсивное развитие промышленного и сельскохозяйственного производства**

В настоящее время производственная и хозяйственная деятельность оказывают значительное влияние на состояние окружающей среды, а главным источником воздействия является промышленность. Чем выше уровень концентрации промышленных объектов, тем обширнее зона изменения природной среды.

Любое изменение одной из сфер природной среды находит отражение в других (нарушение литосферы косвенно влияет на режим поверхностных и подземных вод, предопределяет пылевое и газовое загрязнение атмосферы и т.д.). Среди таких экологических проблем, как истощение сырьевых ресурсов и климатические изменения, наиболее угрожающих размеров достигла проблема загрязнения воды, почвы и воздуха отходами промышленного производства.

Более 20 000 предприятий промышленности России с хорошо развитыми технологическими процессами играют заметную роль в загрязнении окружающей среды. В некоторых промышленных районах с наиболее опасными производствами вредные выбросы иногда превышают все санитарные нормы. Машиностроительный комплекс ежегодно выбрасывает в атмосферу 32 % промышленных загрязнений от своих стационарных источников. А очистным оборудованием машиностроение оснащено всего лишь на 30–50 %.

В условиях рыночной экономики предприниматели не заинтересованы в увеличении затрат на защиту окружающей среды, которые, естественно, ведут к повышению стоимости продукции, а значит – к снижению прибыли. Влияние на природу с каждым годом становится более масштабным и к настоящему времени в отдельных районах мира привело к экологическому кризису. Впервые серьезный экологический кризис наблюдался в 1960-70-е годы. Уже тогда члены Римского клуба предупреждали человечество о грозящей экологической катастрофе, однако их слова услышаны не были. А

экологический кризис тем временем уже начинал углубляться, о чем свидетельствовало заметное снижение самоочищения биосферы, которая уже не могла справляться с отходами, выбрасываемыми в нее предприятиями и людьми.

Экологические проблемы чрезвычайно актуальны как для отдельного предприятия и всего промышленного комплекса страны, так и для Земли в целом. Развитие промышленности, с одной стороны, – результат научно–технического прогресса и производственной деятельности людей. А с другой, промышленность – основной потребитель природных ресурсов и мощный источник загрязнения. Несмотря на то, что экологическая безопасность отдельно взятых промышленных объектов непрерывно повышается, в целом по стране вопросы защиты окружающей среды встают все острее, что вызвано рядом многих объективных и субъективных причин. Количественное и качественное совершенствование промышленных предприятий как одного из элементов экосистемы «предприятие – природная среда» неизменно приводит к количественно–качественному изменению другого элемента данной экосистемы – природы, а развитие предприятий переводит эти изменения на качественно новый уровень. Так, увеличение производственных мощностей на предприятии и рост выпуска продукции приводят к повышению количества потребляемых ресурсов – а значит, к увеличению вредных выбросов в природную среду. Отношения между двумя параллельными процессами – процессом развития предприятий и промышленности в целом и процессом ухудшения экологической обстановки отражают диалектическое отрицание, которое показывает три основных направления решения вопроса защиты окружающей природной среды.

**Первое направление. Полное прекращение промышленного производства.**

За это выступает партия Зеленых и организация «Greenpeace», которые, пропагандируя девственность окружающей природы, забывают, что защита природы и прогресс человечества – совершенно противоположные или



обратно пропорциональные процессы. Развитие человеческой цивилизации неизбежно ведет к нарушению природной среды, и, наоборот, борьба за чистоту природы требует возвращения к допроизводственному обществу.

**Второе направление.** Развитие и функционирование промышленных предприятий при игнорировании состояния природной среды, то есть **отрицание экологических проблем.** Однако это неизбежно приводит к экологическому кризису.

Эти направления – решение проблемы путем уничтожения одного из элементов экосистемы «предприятие – природная среда», а именно – предприятия и промышленности (в первом случае) и природной среды (во втором случае).

**Третье направление** оптимальное сочетание функционирования промышленных предприятий с поддержанием максимально возможной их экологической безопасности. Сокращение производства до разумной достаточности и его оптимизация с одновременной защитой окружающей природной среды.

Не только промышленность, транспорт и энергетика являются источниками загрязнения атмосферы, вод, почв химическими элементами. Таким загрязнителем может быть и сельское хозяйство.

Начиная с 1980 года, ООН считает угрозой живой природе, исходящую от сельского хозяйства, в числе четырех самых опасных. Можно выделить два источника, определяющих сельскохозяйственное загрязнение, – минеральные удобрения, пестициды.

Минеральные удобрения ежегодно вносятся на поля для того, что бы восполнить вымываемые из почвы химические элементы. Удобрения регулируют процессы обмена веществ в растениях, способствуют накоплению белков, жиров, углеводов, витаминов. Небольшие дозы удобрений, применяются с учетом особенностей почв и климатических условий, способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Но очень часто правила внесения удобрений нарушаются.

Систематическое внесение удобрений в высоких дозах, плохое хранение, потери во время транспортировки приводят к загрязнению среды, особенно водоемов, оказывают влияние на здоровье человека.

Например, при чрезмерной дозе внесения удобрений возможно накопление в растениях нитратов, большое количество которых попадает в пищу и может вызвать легкое пищевое отравление.

Гораздо опаснее то что нитраты превращаются в наших организмах в нитрозамины, которые могут стать причиной развития рака.

Фосфорные удобрения, попадая в водоемы, вызывают их зарастание и гибель.

Возникает вопрос, значит ли это, что необходимо отказаться от применения удобрений.

Существуют данные, на основе которых, можно сделать вывод о том что, дозы удобрений, вносимые на 1 га пашни, сильно различаются по странам. Самые высокие они в Голландии – почти 800 кг на 1 га. В последние годы можно видеть некоторое снижение вносимых удобрений, все-таки получать высокие урожаи без них невозможно.

Пестициды – собирательное название ядохимикатов, используемых в сельском хозяйстве для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений.

В среднем на каждого человека Земли ежегодно расходуется 400–500 г пестицидов, а в России и США – до 2 кг.

Обычно пестициды используются для поражения определенного вредителя. Но кроме него гибнет практически все живое, находящиеся рядом. Ученые подсчитали, что в нашей стране от применения пестицидов в сельском хозяйстве, гибнет до 80% лосей, кабанов, зайцев.

Наиболее опасной группой являются хлорорганические пестициды и среди них ДДТ.

Пестициды становятся опасными при достижении определенной концентрации. Опасность заражения пестицидами через продукты питания и

питьевую воду существует для всего населения Земли. Они могут накапливаться (особенно в тех странах, где их применяют в больших количествах) в тканях тел рыб, птиц, в грудном молоке женщин.

#### 4) Массовое использование транспорта.

С точки зрения безопасности, любой транспорт опасен для окружающей среды, являясь важнейшим источником загрязнения. Во время работы автомобилей, автобусов в атмосферу поступают вредные вещества, образуется смог, разрушается озоновый слой. Наиболее опасные вещества, которые выделяют современные виды транспорта – это угарный газ, диоксины, монооксид углерода, бензапирен, оксиды азота, соединения свинца. Когда вредные вещества поступают в атмосферу, они попадают в легкие и в кровь людей, способствуют развитию различных заболеваний, в том числе раковых опухолей и бесплодия. Вдыхая грязный воздух во время беременностей, это может привести к патологиям.

Транспортная система становится причиной еще одной экологической проблемы – истощения природных ресурсов, таких как углеводород, металлы и металлические руды. Мытье различных видов транспорта загрязняет водоемы. Кроме того, требуется регулярная утилизация отработанных расходных материалов транспорта: шин, аккумуляторов, металлолома, пластмассы, бытового мусора. Кроме атмосферного, гидрологического и литосферного загрязнения, транспорт издает шумовое загрязнение.

Наибольшие удельные выбросы приходятся на автомобильный и воздушный транспорт, в десятки и сотни раз превышая аналогичные выбросы на других видах транспорта по оксиду углерода (CO), углеводородам (CH), оксидам азота (NO), углероду (C), диоксиду серы (SO<sub>2</sub>). Наиболее экологичными являются морской и железнодорожный транспорт. В целом на долю автотранспорта приходится 91,3 % загрязнения атмосферы, железнодорожного – 3,7 %, морского – 2,7 %, речного – 0,9, воздушного – 1,4 %.

Масштабы работы транспортной системы России, ее значительный имущественный комплекс определяют значительный объем загрязнения окружающей среды. Вместе с тем, внедрение более энергоэффективных транспортных средств, проведение мероприятий ресурсосбережения и другие мероприятия приводят к снижению размеров удельных выбросов вредных веществ.

**Автомобильный транспорт** является одним из крупнейших источников загрязнения окружающей среды. Относительная доля автотранспорта в общих антропогенных выбросах загрязняющих веществ всех отраслей экономики составляет около 40 % и более 80 % объема вредных выбросов транспортного комплекса (без учета трубопроводного транспорта).

Характерными особенностями вредного воздействия подвижных источников автомобильного транспорта на окружающую среду являются высокие темпы роста численности автомобилей и их пространственная рассредоточенность, непосредственная близость источников загрязнения к жилым районам, более высокая токсичность по сравнению со стационарными источниками, техническая сложность использования средств защиты от загрязнений.

Загрязнение окружающей среды от стационарных источников автомобильного транспорта происходит при испарении бензина на АЗС, образовании пыли в приземном воздушном слое возле автодорог, отчуждении значительных земельных площадей под автодороги.

Быстрый рост автомобилизации населения значительно увеличивает негативное воздействие автотранспорта на окружающую среду, особенно в крупных городах. Превышение уровней предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ вдоль автотрасс и на прилегающих территориях и шумовое загрязнение ведут к росту заболеваемости населения.

### 1.3.3. ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В результате активной преобразующей деятельности человека им создан новый вид и тип среды обитания – техносфера. При создании техносферы человек стремится к повышению комфортности своего обитания, обеспечению своей защиты от внешних воздействий. Однако при этом техносферные условия наряду с положительным влиянием оказывает и негативное воздействие на человека и окружающую его природную среду.

Сегодня промышленное производство, сконцентрировав в себе колоссальные запасы различных видов энергии, вредных веществ и материалов, стало постоянным источником серьёзной техногенной опасности и возникновения аварий и катастроф, сопровождающихся чрезвычайными ситуациями. Как показывает опыт, внедрение и производство новых технологий, как правило, незначительно снижает уровень этой опасности. Естественное же постоянное стремление общества к наиболее полному удовлетворению своих материальных и духовных потребностей влечет за собой увеличение масштабов производства, а следовательно, и уровня техногенной опасности.

Особенно большую экологическую опасность для окружающей среды и здоровья человека представляет **техногенное загрязнение**.

**Под загрязнением окружающей среды понимают любое внесение в ту или иную экологическую систему не свойственных ей живых или не живых компонентов, физических или структурных изменений, прерывающих или нарушающих процессы круговорота и обмена веществ, потоки энергии со снижением продуктивности или разрушением данной экосистемы.**

Понятие «экологический кризис» появилось в 1972г. в докладе Римского клуба «Пределы роста», где отмечалось: при сохранении темпов роста и тенденции развития экономики человечество придет к катастрофе и погибнет к 2100 г.

Человек оказывает следующее воздействие на окружающую среду:

- Изъятие из природы её отдельных компонентов, использование природных ресурсов.
- Выброс в природную среду отходов хозяйственной деятельности, загрязнение этой среды.
- Преобразование природных комплексов в хозяйственных целях.

При этом различают:

- **Прямое воздействие** – непосредственное действие в отношении каких-либо компонентов природы (срубили лес, распахали степь – стало поле, освоили целину – получили урожай).
- **Косвенное воздействие** – следствие прямого воздействия (в результате почвы обедняются, из-за распашки происходит эрозия почвы, степь превращается в пустыню).
- **Комбинированное воздействие** – комбинация этих двух форм. Обычно любое воздействие на природу при тщательном рассмотрении является комбинированным.

По масштабам распространения техногенные загрязнения делятся на *локальные, региональные и глобальные*.

Для атмосферы **локальными** считаются загрязнения, оказывающие влияние на внешнюю среду в радиус 80 км, **региональными**– 90–800 км, **глобальными** – более 800 км.

*Загрязнение почвы региональное* – загрязнение почвы, возникающее вследствие переноса в атмосфере загрязняющего вещества на расстояния более 40 км от техногенных и более 10 км от сельскохозяйственных источников загрязнения.

*Загрязнение почвы глобальное* – загрязнение почвы, возникающее вследствие переноса загрязняющего вещества в атмосфере на расстояния, превышающие 1000км от любых источников загрязнения.

По продолжительности воздействия техногенные загрязнения делятся на *кратковременные* и *долговременные*.

*Кратковременные загрязнения* – единичные выбросы в атмосферу – взрывы, утечки газа, нефтепродуктов.

*Долговременные загрязнения* – постоянно или длительно действующие источники загрязнения (промышленные предприятия, ТЭС, гидросооружения и т.д.), могут привести к значительным изменениям компонентов внешней среды.

По характеру воздействия техногенные загрязнения делятся на *физические*, *биологические* и *химические*.

*Физические загрязнения* – тепловой нагрев, шум, электромагнитное и радиоактивное излучения (изменяют непосредственно физические характеристики среды).

*Химические загрязнения* – оксиды серы, азота, углеводороды, тяжелые металлы, фтористые соединения и другие химические вещества – изменяющие химический состав атмосферы, гидросферы и почвы.

*Биологические загрязнения* – нехарактерные и нежелательные для данной экосистемы живые организмы (вирусы, бактерии и др., например, колорадский жук).

По *источнику загрязнения* делятся на:

*Естественные* – возникающие в результате деятельности бактерий, стихийных бедствий, естественных геологических процессов.

*Искусственные* – источниками, которых являются энергетика, сельское хозяйство, коммунально – бытовые системы.

Естественное загрязнение биосферы обычно способно преодолеть за счет процессов саморегуляции и самовосстановления (самолечения).

Искусственные загрязнения (техногенные) – результат хозяйственной деятельности человека, их биосфера полностью обычно переработать не может в силу нескольких причин:

- 1) Количество техногенных загрязнений очень велико;

- 2) Среди антропогенных загрязнений присутствуют вещества, не характерные для природы в ее нормальном состоянии – ксенобиотики (большинство синтетических веществ). Ксенобиотики не вписываются в естественный круговорот веществ и не могут быть переработаны природой;
- 3) Многие антропогенные загрязнители подавляют естественные процессы самоочищения и самовосстановления, в т.ч. многие ксенобиотики, ПАВ и т.д.

**Источники загрязнения окружающей среды.** Хозяйствующими субъектами ежегодно выбрасывается в атмосферу более 15 млрд. т CO<sub>2</sub>, 200 млн. т CO, более 500 млн. т углеводород, 120 млн. т золы, более 160 млн. т оксидов серы и 110 млн. т оксидов азота и др. Общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составляет, по некоторым данным, более 19 млрд. т.

**Сточные воды** – это воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека.

Загрязнения, поступающие в сточные воды, можно условно разделить на несколько групп. Так, по физическому составу выделяют нерастворимые, коллоидные и растворенные примеси. Кроме того, загрязнения делятся на минеральные, органические, бактериальные и биологические.

Суммарный объем загрязненных сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты России, распределяется между жилищно – коммунальным хозяйством (51 %), промышленностью (35%) и сельским хозяйством (13%). Объем сброса загрязненных сточных вод ежегодно составляет по промышленности около 9 млрд. м<sup>3</sup>, по объектам ЖКХ более 12.5 млрд. м<sup>3</sup>.

По своему положению и свойствам почва фактически является конечным местом сосредоточения всех природных и техногенных загрязнений, при этом последние вносят основной вклад:



- Теплоэнергетика (угольная пыль, зола, дым, аэрозоли тяжелых шламов – ртути, мышьяк, свинца, ванадия, газы  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $NO_2$ , бензапирен, фтористые и мышьяковые соединения, радионуклиды).
- Черная металлургия (рудная и железистая пыль, оксиды железа, мышьяка, зола, сажа,  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $NO_2$ ,  $NH_3$ ,  $HCl$ );
- Цветная металлургия (пыль, пары и оксиды свинца, цинка, кадмия, меди, мышьяка, ртути, фтора,  $SO_2$  и т.д.);
- Промышленность строительных материалов (цементная пыль, фтор и т.д.);
- Химическая промышленность ( $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $NO_2$ ,  $NH_3$ ,  $HCl$ ,  $HF$ ,  $HNO_3$ , фтористые соединения, углеводороды, растворители, эфиры, фенолы и др.);
- Транспорт (углеводороды, свинец, угольная пыль, зола,  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $H_2S$ , бенз(а)пирен, непредельные углеводороды);
- Сельское хозяйство (удобрения, пестициды, ядохимикаты и т.д.);
- Нефтеперерабатывающая и нефтедобывающая промышленность (нефть, нефтепродукты, бенз(а)пирен, серосодержащие соединения и др.);
- Атомные электростанции (радионуклиды, йод – 131, стронций – 90, цезий – 137, плутоний – 239, калий – 42 и др.).

**Техногенные загрязнения по происхождению делятся на 4 группы:**

- Промышленные;
- Транспортные;
- Бытовые;
- Сельскохозяйственные.

**Техногенные загрязнения по природе факторов делятся на следующие группы:**

- Химические;
- Физическое;

- Физико – химическое;
- Биологическое.

**Физическое** – связано с изменением физических температурно – тепловых, волновых и других параметров среды. Различают тепловое, шумовое, радиоактивное, световое, электромагнитное.

**Тепловое** – сточные воды ТЭС теплее на 8–10 градусов, чем вода в водоемах. Такая температура способствует усиленному развитию водорослей и планктона; температурная граница преграждает путь на нерест лосося и угря. Для развития икры налима температурный перепад выше 1.5 градусов достаточно губителен. Кроме того, тепловое загрязнение способствует развитию некоторых заболеваний рыб.

**Шумовое** – человек всегда жил в мире звуков. В природе громкие звуки редки, шум относительно слаб и непродолжителен. Звуки большой мощности поражают слуховой аппарат, нервные центры, могут вызвать болевое ощущение и шок. Длительный шум неблагоприятно действует на орган слуха, понижает его чувствительность к звуку.

Уровень шума в быту:

- уличный транспорт – 80–100 Дб;
- громкая музыка – 130 Дб;
- пылесос – 110 Дб;
- громкая речь – 60–70 Дб.

Считается, что шум реактивного самолета очень опасен человеку – 140 Дб, а взлетающей космической ракеты (175 Дб) – смертелен.

**Химическое** – связано с увеличением количества химических компонентов в определенных средах, и химическое загрязнение может быть вызвано любым веществом. Самыми опасными признаны 14 химических элементов, за которыми проводится постоянный мониторинг в окружающей среде и продуктах питания, из них наиболее опасны кадмий, ртуть, свинец.

**Физико – химические** – аэрозольное загрязнение.

Аэрозоли – это аэродисперсные (коллоидные) системы, в которых не определяемое долгое время могут находиться во взвешенном состоянии твердые частицы (пыль), капельки жидкости, образующиеся либо при конденсации паров, либо при взаимодействии газовых сред, либо попадающие в воздушную среду без изменения фазового состава. Воздух или газ являются дисперсной средой, а твердые и жидкие частицы дисперсной фазой. Значительная часть аэрозолей формируется в атмосфере при взаимодействии твердых и жидких частиц между собой или с водяным паром.

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются тепловые электростанции, которые потребляют уголь высокой зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и сажевые заводы.

**Биологическое** – случайное, связанное с деятельностью человека проникновением в экосистемы чужеродных организмов. Оно бывает биологическое, микробное. Возникает при работе предприятий, производящих антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки, кормовой белой.

**Классификация загрязнений по масштабам:**

- локальное – может быть внутри города, деревни;
- региональное – авария на Чернобыльской АЭС;
- глобальное – увеличение концентрации CO<sup>2</sup>.

**Классификация загрязнения по количественным характеристикам:**

- катастрофические;
- незначительные.

**Классификация загрязнения по времени нахождения в природе:**

- стойкие;
- нестойкие.

**По объектам загрязнения бывают:**

- загрязнения атмосферы;
- загрязнения гидросферы;
- загрязнение литосферы (почвы).

Выбросы в атмосферу пяти главных загрязнителей в мире и России (млн. т)

	Весь мир		Россия	
	Стационарные источники	Транспорт	Стационарные источники	Транспорт
Твердые частицы	57	80	6.4	37
Окись углерода	177	200	7.6	10.1
Диоксид серы	99	0.7	9.2	0.07
Оксид азота	68	20	3.0	1.0
Углеводороды	4	50	0.2	2.0

Более 200 городов России, население которых составляет 65 млн человек, испытывают постоянные превышения ПДК токсичных веществ. Жители 70 городов систематически сталкиваются с превышениями ПДК в 10 и более раз. Среди них такие города как Москва, Санкт–Петербург, Самара, Екатеринбург, Челябинск, Новосибирск, Омск, Кемерово, Хабаровск. В перечисленных городах основной вклад в общий объем выбросов вредных веществ приходится на долю автотранспорта, например, в Москве он составляет – 88%, в Санкт–Петербурге – 71 %. По валовым выбросам загрязняющих веществ в атмосферу лидирует Уральский экономический район.

Состав отработавших газов автомобиля, % по объему

Компоненты	Двигатели	
	Карбюраторные	Дизельные
$N_2$	72 – 75	74 – 76
$O_2$	0.3 – 0.8	1.5 – 3.6
$H_2O$	3 – 8	0.8 – 4
$CO_2$	10 – 14.5	6 – 10
CO	0.5 – 1.3	0.1 – 0.5
$NO_x$	0.1 – 0.8	0.01 – 0.5
$C_xH_y$	0.2 – 0.3	0.02 – 0.5
Альдегиды	0 – 0.2	0 – 0.01
Частицы, г/м <sup>3</sup>	0.1 – 0.4	0.1 – 1.5
Бензопирен, мкг/м <sup>3</sup>	10 – 20	до 10

С автотранспортом напрямую связывают такое сильное загрязнение атмосферного воздуха в больших городах и промышленных центрах, как **смог**.

Смог бывает следующих типов:

- **Влажный смог лондонского типа** – сочетание тумана с примесью дыма и газовых отходов производства;
- **Ледяной смог аляскинского типа** – смог, образующийся при низких температурах из пара отопительных систем и бытовых газовых выбросов;
- **Радиационный туман** – туман, который появляется в результате радиационного охлаждения земной поверхности и массы влажного приземного воздуха до точки росы;
- **Сухой смог лос-анджелесского типа** – смог, возникающий в результате фотохимических реакций, которые происходят в газовых выбросах под действием солнечной радиации; устойчивая синеватая дымка из едких газов без тумана;
- **Фотохимический смог** – смог, основной причиной возникновения которого считаются автомобильные выхлопы.

Тенденции техногенного загрязнения в будущем

Характеристика	Тенденция 1970 – 1990 гг.	Сценарий 2030 г.
Сокращение площади естественных экосистем	Сокращение со скоростью 0.5 – 1.0 % в год на суше; к началу 1990 г. их сохранилось около 40 %.	Сохранение тенденции, приближение к почти полной ликвидации на суше
Потребление первичной биологической продукции	Рост потребления: 40% на суше, 25% – глобальный (оценка 1985 г.)	Рост потребления: 80– 85% на суше, 50–60%– глобальный
Изменение концентрации парниковых газов в атмосфере	Рост концентрации парниковых газов от десятых процента до первых процентов ежегодно	Рост концентрации, ускорение роста концентрации CO <sub>2</sub> и CH <sub>4</sub> за счет ускорения разрушения биоты
Истощение озонового слоя, рост озоновой дыры над Антарктидой	Истощение на 1–2% в год озонового слоя, рост площади озоновых дыр	Сохранение тенденции даже при прекращении выбросов ХФУ к 2000 г.

Характеристика	Тенденция 1970 – 1990 гг.	Сценарий 2030 г.
Сокращение площади лесов, особенно тропических	Сокращение со скоростью от 117 (1980 г.) до $180 \pm 20$ тыс. км <sup>2</sup> (1989 г.) в год; лесовосстановление относится к сведению лесов как 1:10	Сохранение тенденции, сокращение площади лесов в тропиках с 18 (1990 г.) до 9–11 млн. км <sup>2</sup> , сокращение площади лесов умеренного пояса
Опустынивание	Расширение площади пустынь (60 тыс. км <sup>2</sup> в год), рост техногенного опустынивания, токсичных пустынь	Сохранение тенденции, возможен рост темпов за счет уменьшения влагооборота на суше и накопления поллютантов в почвах
Деградация земель	Рост эрозии (24 млрд. т ежегодно), снижение плодородия, накопление загрязнителей, закисление, засоление	Сохранение тенденции, рост эрозии и загрязнения, сокращение сельскохозяйственных земель наддушу населения
Повышение уровня океана	Подъем уровня океана на 1–2 мм в год	Сохранение тенденции, возможно ускорение подъема уровня до 7 мм в год
Стихийные бедствия, техногенные аварии	Рост числа на 5–7%, рост ущерба на 5–10%, рост числа жертв на 6–12% в год	Сохранение и усиление тенденций
Исчезновение биологических видов	Быстрое исчезновение биологических видов	Усиление тенденции по мере разрушения биосферы
Качественное истощение вод на суше	Рост объема сточных вод, точечных и площадных источников загрязнения, числа поллютантов и их концентрации	Сохранение и нарастание тенденций
Накопление поллютантов в средах и организмов, миграция в трофических цепочках	Рост массы и числа поллютантов, накопленных в средах и организмах, рост радиоактивности среды, «химические бомбы»	Сохранение тенденций и возможное их усиление
Ухудшение качества жизни, рост числа заболеваний, связанных с загрязнением окружающей среды (в том числе генетических), появление новых болезней	Рост бедности, нехватка продовольствия, высокая детская смертность, высокий уровень заболеваемости, необеспеченность чистой питьевой водой в развивающихся странах; рост числа генетических заболеваний, высокий уровень аварийности, рост потребления лекарств, рост числа аллергических заболеваний в развитых странах; пандемия СПИД в мире, понижение иммунного статуса	Сохранение тенденций, рост нехватки продовольствия, рост числа заболеваний, связанных с экологическими нарушениями (в том числе генетических), расширение территории инфекционных заболеваний, появление новых болезней.

### 1.3.4. АКСИОМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Анализ различных техногенных ситуаций позволяет сформулировать аксиомы науки о техносферной безопасности:

**Аксиома 1. Техногенные опасности существуют, если повседневные потоки вещества, энергии и информации в техносфере превышают их пороговые значения.**

Пороговые или предельно допустимые значения опасностей устанавливаются, исходя из факторов сохранения функциональной и структурной целостности человека и природной среды. При этом соблюдение предельно допустимых значений потоков, воздействующих на человека, создает безопасные условия жизнедеятельности и исключает негативное воздействие техносферы на природную среду.

Например, отходы производства и потребления по степени опасности воздействия на окружающую среду делятся на 5 классов (табл. 6), имеющих свои предельно допустимые значения (табл. 7).

**Таблица 6.** Классы опасности отходов

Класс опасности отхода для окружающей природной среды	Степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую природную среду	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды
I класс (чрезвычайно опасные)	Очень высокая	Экологическая система необратима нарушена. Период восстановления отсутствует.
II класс (высокоопасные)	Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия.
III класс (умеренно опасные)	Средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника.
IV класс (малоопасные)	Низкая	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 3 лет.
V класс (практически неопасные)	Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена.

Таблица 7. Предельно допустимые значения классов опасности отходов

Наименование показателя	Норма для класса опасности			
	I	II	III	IV
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	Менее 0.1	0.1 – 1.0	1.1 – 10.0	Более 10.0
Средняя смертельная доза (ЛД <sub>50</sub> ) при введении в желудок, мг на 1 кг массы тела	Менее 15	15 – 150	151 – 5 000	Более 5 000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг на 1 кг массы тела	Менее 100	100 – 500	501 – 2 500	Более 25 000
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м <sup>3</sup>	Менее 500	500 – 5000	5001 – 50 000	Более 50 000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300 – 30	29 – 3	Менее 3
Зона острого действия – отношение величины средней смертельной дозы (или концентрации) к величине порога острого действия	Менее 6.0	6.0 – 18.0	18.1 – 54.0	Более 54.0
Зона хронического действия – отношение величины порога острого действия яда к величине порога его хронического действия	Более 10.0	10.0 – 5.0	4.9 – 2.5	Менее 2.5

**Аксиома 2.** Источниками техногенных опасностей являются элементы техносферы.

Опасности возникают при наличии дефектов и иных неисправностей в технических системах, при неправильном использовании технических систем, а также из-за наличия отходов, сопровождающих эксплуатацию технических систем. Технические неисправности и нарушения режимов использования технических систем приводят, как правило, к возникновению травмоопасных ситуаций, а выделение отходов (выбросы в атмосферу, стоки в гидросферу, поступление твердых веществ на земную поверхность, энергетические излучения и поля) сопровождается формированием вредных воздействий на человека, природную среду и элементы техносферы (табл. 8).



**Таблица 8.** Классификация отходов различных отраслей промышленности по воздействию на окружающую среду

Отрасль промышленности	Характеристика воздействия отходов					на флору и фауну
	на воздушный бассейн	на водный бассейн		на земную поверхность		
		на поверхностные воды	на подземные воды	на почвенный покров	на ландшафт	
Нефтехимическая	Сильное	Сильное	Среднее	Среднее	Малое	Среднее
Металлургическая	Сильное	Сильное	Малое	Среднее	Малое	Среднее
Целлюлозно – бумажная	Среднее	Сильное	Малое	Малое	Отсутствует	Отсутствует
Топливо– энергетическая	Сильное	Сильное	Малое	Малое	Малое	Малое
Горнодобывающая	Среднее	Сильное	Сильное	Сильное	Сильное	Среднее
Строительство	Малое	Малое	Малое	Среднее	Среднее	Малое
Транспорт	Среднее	Среднее	Малое	Малое	Малое	Среднее

Не меньший вред наносят окружающей среде и здоровью человека бытовые свалки:

- 1) Для захоронения отходов город вынужден отводить огромные территории (например, в Санкт–Петербурге полигонами ТКО занято 354 га земель) или занимать сельскохозяйственные земли;
- 2) Территории, занятые полигонами, выводятся из хозяйственного оборота на длительный срок. Интенсивное выделение взрывоопасного биогаза (СН<sub>4</sub>), который образуется при перегнивании отходов, длится не менее 30 лет после закрытия свалки;
- 3) Ядовитые вещества, образующиеся при разложении бытовых отходов, загрязняют почву и грунтовые воды;
- 4) Особую опасность представляют горящие свалки, так как при недостатке кислорода сжигание отходов сопровождается интенсивным выделением токсичных веществ в воздух;
- 5) Жилые и иные строения, возведенные вблизи действующих или закрытых полигонов, имеют пониженный ценовой рейтинг.

**Аксиома 3. Техногенные опасности действуют в пространстве и во времени.**

Травмоопасные воздействия действуют, как правило, кратковременно и спонтанно в ограниченном пространстве. Они возникают при авариях и катастрофах, при взрывах и внезапных разрушениях зданий и сооружений. Зоны влияния таких негативных воздействий, как правило, ограничены, хотя возможно распространение их влияния и на значительные территории, например, при аварии на атомных электростанциях.

Две из самых страшных катастроф пришлось на долю человечества из ядерного реактора. Сначала в 1986 году был Чернобыль, оправиться от которого не получается до сих пор. А в 2011 году, спустя четверть века, взорвалась атомная станция «Фукусима» в Японии. Но какая из этих катастроф была мощнее, страшнее, ужаснее?

В Японии из-за землетрясения вышли из строя необходимые системы охлаждения при аварийных ситуациях. До этого полностью перестали работать всяческие средства по снабжению станции электричеством и различные генераторы. В Чернобыле же был выявлен ряд грубых нарушений и ошибок во время испытаний.

Но главной причиной, из-за которой и произошли обе трагедии, стала человеческая халатность, жадность, стремление сэкономить на строительстве. Это привело к ошибкам при построении реакторов, в дальнейшем к страшным авариям (рис. 3).



**Рис.3.** Слева – карта радиационного загрязнения после аварии на Фукусимской АЭС. Справа – после аварии на Чернобыльской АЭС.

*Как можно видеть, в первом случае пострадала лишь небольшая часть Японии, тогда как во втором – огромные территории трёх стран.*

По заключению международной комиссии, в случае Чернобыля и Фукусимы уровень радиации достиг максимального. Он складывался из количества радиации, попавшей в воздух, количества облученных людей и пострадавшего населения.

Но если сравнивать последствия двух катастроф, то Чернобыль по-прежнему лидирует. Ведь взрыв отразился не только на Украине, но еще на России, Белоруссии, а облако с радиоактивной пылью долетело даже до некоторых стран Европы, среди которых была Швеция. При взрыве Фукусимы пострадала только Япония.

**Аксиома 4. Техногенные опасности оказывают негативное воздействие на человека, природную среду и элементы техносферы одновременно.**

Техногенные опасности не действуют избирательно, они отрицательно воздействуют на все составляющие вышеупомянутых систем одновременно, если последние оказываются в зоне влияния этих опасностей.

Ровно 10 лет произошла одна из крупнейших техногенных катастроф XXI века. В США в Мексиканском заливе разлилась нефть в огромных масштабах. Это создало серьезную угрозу природе. А с учетом Гольфстрима, возник риск, что нефть дойдет и до Европы. 22 апреля 2010 года произошла авария на нефтяной платформе Deepwater Horizon. Произошел взрыв и начался пожар. очевидцы рассказывали, что взрыв и дым были похожи на гриб от маленькой ядерной бомбы.

Трубы скважины повредились, и из них стала выливаться нефть. Сложность заключалась в том, что прорыв труб произошел на глубине 1,5 км.

За 5 месяцев аварии в океан попало свыше 5 млн. баррелей нефти, а нефтяное пятно покрыло 5% площади Мексиканского залива. Общая площадь – 75 тысяч квадратных километров. Погибли десятки тысяч рыб, черепахи, птицы, дельфины.

Рыболовный промысел был уничтожен, десятки тысяч людей в один момент лишились работы. Заболоченные зоны залива оказались пропитанными нефтью и продолжают губить жизнь в прибрежных районах. По мнению экологов, чтобы убрать последствия этой техногенной катастрофы, потребуется, как минимум еще 200 лет.

**Аксиома 5. Техногенные опасности ухудшают здоровье людей, приводят к травмам, материальным потерям и к деградации природной среды.**

Воздействие травмоопасных факторов приводит к травмам или гибели людей, часто сопровождается очаговыми разрушениями природной среды и техносферы. Для воздействия таких факторов характерны значительные материальные и социальные потери, как это произошло при Кыштымской ядерной катастрофе. 29 сентября 1957 года на территории химкомбината «Маяк» взорвалась емкость для хранения радиоактивных отходов.

. В емкости находилось в общей сложности около 80 м<sup>3</sup> высокорadioактивных ядерных отходов. На момент строительства в 1950–х годах прочность конструкции не вызывала сомнений. Она находилась в котловане, в бетонной рубашке толщиной в метр. Крышка емкости весила 560 тонн, поверх нее был положен двухметровый слой земли. Однако даже это не смогло сдержать взрыв.

Во время взрыва в атмосферу попало около 20 млн. Ки радиоактивных веществ, часть из которых поднялись на высоту до двух км и образовали аэрозольное облако.

Ликвидаторами стали сотни тысяч военнослужащих и гражданских лиц.

Лишь в первые десять дней счет погибших от радиации пошел на сотни, всего во время работ в той или иной степени пострадали 250 тыс. ликвидаторов.

По международной шкале ядерных испытаний авария была оценена на шесть баллов. Для сравнения, седьмой уровень, максимальный был присвоен авариям на Чернобыльской АЭС и АЭС Фукусима-1.

Чтобы избежать разноса радиации, решением правительства была создана санитарно-защитная зона, в которой хозяйственная деятельность находилась под запретом. В 1968 году на этой территории был создан Восточно – Уральский государственный заповедник.

Его посещение запрещено – уровень радиоактивности еще слишком опасен для человека.



Рис. 4. Восточно – Уральский радиоактивный след (ВУРС)

**Аксиома 6. Защита от техногенных опасностей достигается совершенствованием источников опасности, увеличением расстояния между источником опасности и объектом защиты, применением защитных мер.**

Уменьшить потоки веществ, энергии и информации в зоне деятельности человека возможно, уменьшая эти потоки на выходе из источника опасности (или увеличением расстояния от источника до

человека). Если это невозможно, то нужно применять защитные меры: защитную технику, организационные мероприятия и т.п.

Для промышленных объектов и производств, зданий и сооружений с технологическими процессами, являющихся источниками воздействия на окружающую среду и здоровье человека, предусматриваются **санитарно – защитные зоны (СЗЗ)**. Размер СЗЗ обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух до значений, установленных гигиеническими нормативами.

**СЗЗ – это защитный барьер, обеспечивающий уровень безопасности населения при эксплуатации объекта.** Размер СЗЗ определяется санитарными правилами и нормами – СанПин 2.2.1/2 1.1.1200 – 03 «Санитарно – защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

Для промышленных объектов и производств:

I класса размер – СЗЗ – 1000 м;

II класса размер – СЗЗ – 500 м;

III класса размер – СЗЗ – 300 м;

IV класса размер – СЗЗ – 100 м;

V класса размер – СЗЗ – 50м.

В пределах СЗЗ не допускается размещать: жилую застройку, ландшафтно – рекреационные зоны, зоны отдыха, территории курортов, санаториев, садоводческие товарищества, спортивные сооружения, детские площадки и детские учреждения, лечебно – профилактические учреждения.

**Аксиома 7. Компетентность людей в мире опасностей и способах защиты от них – необходимое условие достижения безопасности жизнедеятельности.**

Широкая и все нарастающая гамма техногенных опасностей, отсутствие естественных механизмов защиты от них, все это требует приобретения человеком навыков обнаружения опасностей и применения средств защиты. Это достижимо только в результате обучения и

приобретения опыта на всех этапах образования и практической деятельности человека. Начальный этап обучения вопросам безопасности жизнедеятельности должен совпадать с периодом дошкольного образования, а конечный – с периодом повышения квалификации и переподготовки кадров во всех сферах экономики.

## **1.4. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ**

### **1.4.1. ОБЪЕКТ И СУБЪЕКТ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Безопасность – это такое положение (состояние), при котором не угрожает опасность.** Часто безопасность трактуют как состояние защищенности от опасности, что, в общем, соответствует основному определению.

Первой базовой категорией безопасности является ее объект, т.е. то, на что направлены усилия по обеспечению безопасности и что лежит в основе исследования и совершенствования безопасности. Исходя из Концепции национальной безопасности Российской Федерации, **объектами безопасности являются личность, общество и государство.** Если учитывать интересы земной цивилизации в целом, то объектом безопасности можно считать и мировое сообщество в целом.

**Субъектами безопасности являются организации и люди, осуществляющие деятельность по обеспечению безопасности на профессиональной или непрофессиональной основе.**

В качестве субъектов безопасности выступают государственные системы, органы безопасности, специалисты в области безопасности, коммерческие и общественные структуры, занимающиеся данной деятельностью, любые граждане, пекущиеся о личной безопасности.

Содержание деятельности по обеспечению безопасности, в том числе не только непосредственной практической работы в этой области, но и

разработки теории вопроса, научных исследований, составляет предмет безопасности.

Цели обеспечения безопасности сложны. Во-первых, это превентивное снижение уровня вызовов и угроз. Во-вторых, в случае, когда угрозы реализуются в виде чрезвычайных событий и возникших как их следствие чрезвычайных ситуаций, это защита для снижения потерь и ущерба природных объектов, людей и материальных ценностей от поражающих (возмущающих) факторов, ликвидация возникших негативных последствий и чрезвычайных ситуаций в целом. В обобщенном виде **цель обеспечения безопасности может быть сформулирована как стремление обеспечить устойчивость, стабильность, живучесть объектов безопасности, сохранить возможность удовлетворения их потребностей, в том числе жизненно важных, соблюсти их интересы.**

Управление, в широком понимании этого термина, непрерывный целенаправленный циклический процесс воздействия субъекта (органа управления) на объект (производственный процесс, человека, предприятие, государство) для достижения оптимальных результатов при наименьших затратах времени и ресурсов.

Управление представляет собой такую организацию того или иного процесса, которая обеспечивает достижение поставленных целей.

Управление – это процесс планирования, организации, мотивации и контроля, необходимый для того, чтобы сформулировать и достичь целей организации. Суть управления состоит в оптимальном использовании ресурсов (земли, труда, капитала) для достижения поставленных целей.

**Управление техносферной безопасностью** это непрерывный целенаправленный циклический процесс воздействия органа управления на объект для **оптимального преобразования ресурсов** в требуемый уровень техносферной безопасности.

**Управление техносферной безопасностью** это непрерывный целенаправленный циклический процесс воздействия органа управления на



объект с целью противостоять негативным факторам техносферных опасностей.

Управление техносферной безопасностью – составная часть общей системы управления.

Управление техносферной безопасностью – это планомерный непрерывный процесс:

- поступления и анализа информации о состоянии техносферной безопасности объекта (объект управления),
- подготовки, принятия и реализации управленческих решений по осуществлению мероприятий, направленных на обеспечение требуемого уровня техносферной безопасности.

#### 1.4.2. ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ

**Принципы управления относятся к числу важнейших категорий управления.** Под ними понимают основные фундаментальные идеи, представления об управленческой деятельности, вытекающие непосредственно из законов и закономерностей управления.

Таким образом, принципы управления отражают объективную реальность, существующую вне и независимо от сознания человека, иначе говоря, они объективны. Вместе с тем, каждый из принципов — это идея, то есть субъективная конструкция, субъективное построение, которое мысленно совершает каждый руководитель на уровне его познаний общей и профессиональной культуры. Так как принципы принадлежат субъекту, то они имеют субъектный характер. Чем больше отражение принципа в сознании человека приближается к закону, тем точнее знание, тем эффективнее деятельность руководителя в сфере управления.

#### **Классификация принципов управления:**

- **научность** (этот принцип требует построения системы управления и ее деятельности на строго научных основаниях);

- **системность и комплексность** (этот принцип требует одновременно и комплексного, и системного подходов к управлению. Системность означает необходимость использования элементов теории больших систем, системного анализа в каждом управленческом решении. Комплексность в управлении означает необходимость всестороннего охвата всей управляемой системы, учета всех сторон, всех направлений, всех свойств);
- **единоначалие и коллегиальность** (любое принимаемое решение должно разрабатываться коллегиально (или коллективно). Это означает всесторонность (комплексность) его разработки, учет мнений многих специалистов по различным вопросам. Принятое коллегиально (коллективно) решение проводится в жизнь под персональную ответственность руководителя фирмы (совета директоров, акционеров и т. д.));
- **демократический централизм** (этот принцип является одним из важнейших и означает необходимость разумного, рационального сочетания централизованного и ) децентрализованного начал в управлении. На уровне государства это соотношение между центром и регионами, на уровне предприятия—соотношение прав и ответственности между руководителем и коллективом;
- **сочетание отраслевого и территориального подхода в управлении** (развитие общества тесно связано с прогрессом отраслевого и территориального управления. Отраслевое управление характеризует необходимость углубления специализаций, повышения концентрации производства. Территориальное же управление исходит из других целевых установок).

### 1.4.3. ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

Изучение процесса управления с точки зрения его функций позволяет установить объемы работ по каждой из функций, определить потребность в ресурсах и в итоге сформировать структуру и организацию системы управления.

Каждая управленческая функция наполнена характерным для нее объемом и содержанием работ и имеет специфическую структуру, в рамках которой она реализуется.

Функция управления подчиняется логическому алгоритму, четкой последовательности регламентированных действий. **Функции управления весьма многогранны: организация, планирование (прогнозирование, моделирование, программирование), координация, мотивация, контроль и учет выполнения поставленных задач.**

Функции управления					
▼	▼	▼	▼	▼	▼
Организация	Планирование	Координация	Регулирование	Мотивация	Контроль и учет

**Организация** – функция управления, направленная на создание необходимых условий для достижения целей.

Основные задачи организации: формирование структуры организации и обеспечение ее деятельности финансами, оборудованием, сырьем, материалами и трудовыми ресурсами.

Основной показатель высокой организации управления – ее быстрая реакция на изменения внешней среды.

Организация как функция управления обеспечивает упорядочение технической, экономической, социально–психологической и правовой сторон деятельности управляемой системы на всех ее иерархических уровнях.

В общем случае задачу организации управления на любом уровне можно определить как обеспечение перехода из имеющегося состояния в желаемое.

Планирование является важнейшим этапом процесса управления, определяющим цели (предприятия, коллектива, личности), наиболее эффективные методы и средства, необходимые для достижения этих целей, и систему показателей, определяющих ход работ по достижению поставленных задач.

Наиболее ответственной задачей планирования является прогнозирование.

**Планирование** на современном предприятии осуществляется, в несколько **этапов**:

1-й этап – определение целей и комплекса задач, которые необходимо решить для достижения этих целей.

2-й этап – провести тщательный анализ номенклатуры выпускаемых предприятием изделий, внести необходимые корректировки в номенклатурный план, определить готовность производства к освоению новых изделий.

3-й этап – принять решения об освоении новых или усовершенствовании старых задач и программ.

В результате планирования определяются задачи, которые нужно решать для наиболее эффективного функционирования предприятия.

**Мотивация** – комплекс мероприятий по стимулированию деятельности человека или коллектива, направленный на достижение индивидуальных или общих целей организации.

Процесс управления протекает в условиях постоянно изменяющейся внешней среды и характеризуется различной степенью неопределенности. Достигло ли управляющее воздействие поставленных целей? Нуждаются ли управленческие решения в корректировке? На эти вопросы дает ответ **контроль**, который осуществляется в системе управления с помощью обратных связей и обеспечивает количественную и качественную оценку труда и учет результатов деятельности организации. Современная теория

управления выработала четкие требования к контролю: он должен быть оперативным, гласным и объективным.

Сейчас широко применяются *аудиторские* проверки. Аудит является объективным и действенным методом контроля, так как имеет возможность дать общую, развернутую картину состояния дел.

#### 1.4.4. МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

##### Методы управления классифицируются на несколько групп:

- **Организационно–правовые методы** определяют основные границы работы: направление деятельности фирмы, ее организационно–правовую форму, условия функционирования, структуру организации, а также регламентируют права и ответственность персонала и многое другое.
- **Административные методы управления** предполагают, что вся деятельность организации основывается на жестком подчинении работников и на их беспрекословном выполнении указаний, зачастую основанном на принуждении. Данная группа методов применяется, если велик вес традиций, в соответствии с которыми может быть принято только однозначное решение, если слишком узок выбор возможных альтернатив или если подавляется инициатива подчиненных.
- **Экономические методы** основаны на материальной заинтересованности работников и позволяют активизировать их деятельность. Данная группа методов в совокупности с административными может привести к высоким результатам. Это связано с тем, что наряду с дисциплинированностью и ответственностью за принимаемые решения на предприятии стимулируется инициативность работников, и, как следствие, повышается эффективность организации. В результате предприятие

получает дополнительную прибыль за счет снижения издержек, из которой выплачиваются премии участникам работ или всем сотрудникам.

- **Социально–экономические методы** являются более эффективными, чем административные и экономические, что может быть связано с тем, что материальное вознаграждение удовлетворяет основные потребности работника и у него возникают потребности более высокого порядка (по теории мотивации Маслоу). Кроме того, применение данной группы методов может не оказывать весомого влияния на творческих личностей, занятых интеллектуальным трудом.
- **Социально–психологические методы** подразделяются на два вида воздействия: создание благоприятного морально–психологического климата в коллективе и уважительных (доверительных) отношений между руководителем и подчиненными; предоставление возможности развития и реализации личных способностей работников, что в результате приведет к повышению удовлетворенности и, как следствие, эффективности работы сотрудников и предприятия в целом.

#### **1.4.5. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Система обеспечения техносферной безопасности является комплексной и включает следующие функциональные системы:

Система охраны здоровья и обеспечения санитарно – эпидемиологического благополучия населения	Система охраны труда	Система обеспечения экологической и промышленной безопасности	Система предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС)	Система гражданской обороны
Управляет Минздрава России и Роспотребнадзор	Управляет Минтруд России	Управляет Минприроды России и Ростехнадзора	Правительственная комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности Пред. министр МЧС	Управляет Правительство РФ
ФЗ № 323 (2011) «Об основах охраны здоровья граждан в РФ»	Трудовой кодекс РФ ТК РФ 2001	ФЗ № 7 (2002) «Об охране окружающей среды»	ФЗ № 68 (1994) «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера»	ФЗ № 28 «О Гражданской обороне»
ФЗ № 52 (1999) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»		ФЗ 116 (1997) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»		

### **Минздрав России – Министерство здравоохранения РФ**

- Департамент охраны здоровья и санитарно–эпидемиологического благополучия человека;
- Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения;
- Федеральное медико–биологическое агентство.

Министр здравоохранения осуществляет руководство Всероссийской службой медицины катастроф (положение о Минздраве пункт 10.19), подчинен «Всероссийский центр медицины катастроф «Защита».

**Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор)**

### **Минтруд России – Министерство труда и социальной защиты РФ**

- Департамент условий и охраны труда;

- Федеральная служба по труду и занятости (Роструд);
- Фонд социального страхования Российской Федерации (ФСС).

**Минприроды России – Министерство природных ресурсов и экологии**

- Департамент государственной политики и регулирования в сфере охраны окружающей среды;
- Федеральная служба по надзору в сфере природопользования;
- Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

**МЧС России – Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.**

- Департамент пожарно–спасательных сил, специальной пожарной охраны и сил гражданской обороны;
- Департамент гражданской защиты (участвует в разработке, а также экспертизе и апробировании учебных программ и учебно–методической литературы, применяемых для обучения студентов по дисциплине «БЖД»);
- Спасательные воинские формирования МЧС России.

**Ростехнадзор – Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору.**

#### **1.4.6. УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ**

Система управления промышленной безопасностью - комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий, осуществляемых организацией, эксплуатирующей опасные производственные объекты, в целях:



- предупреждения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах,
- локализации и ликвидации последствий таких аварий.

**Органы, осуществляющие контроль и надзор в области промышленной безопасности**

- Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор);
- Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России);
- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор).

Мероприятия по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов

<b>Мероприятия по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов</b>	
1. Лицензирование видов деятельности в области промышленной безопасности	
2. Сертификация технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте	
3. Обеспечение промышленной безопасности при проектировании, строительстве и приемке в эксплуатацию опасного производственного объекта	
3.1. Идентификация опасных производственных объектов. Методические рекомендации по идентификации опасных производственных объектов. РД 03–260–99	3.2. Регистрация объекта в государственном реестре опасных производственных объектов. Положение о регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и ведении государственного реестра. РД 03–294–99

<b>Мероприятия по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов</b>	
3.3. Декларирование промышленной безопасности. Разработка декларации промышленной безопасности РД 03–315–99. РД 08–120–96	3.4. Экспертиза промышленной безопасности. Правила экспертизы декларации промышленной безопасности ПБ 03–314–99
3.5. Обязательное страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта ФЗ № 116–ФЗ	
4. Обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации ОПО	
4.1. Производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности. Правила организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте. Утверждены постановлением Правительства РФ 10.03.99 № 263	4.2. Техническое расследование причин аварии
4.3. Обеспечение готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии на ОПО	
5. Федеральный надзор в области промышленной безопасности	

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:**

1. Что такое техносфера? Какие подсистемы – субсферы выделяются в ее составе?
2. Что такое техносферные опасности? Какие они бывают?
3. Что такое ноксология? Назовите принципы ноксологии.
4. Назовите основные потоки опасностей.
5. Что такое толерантность и какие бывают виды воздействия потоков на человека?
6. Что такое поле опасностей? Какие опасности входят в первый круг опасностей?
7. Какие свойства опасностей положены в основы их классификации?
8. Что такое паспорт опасностей? По каким признакам он составляется?
9. Приведите классификацию ЧС по масштабам проявления.
10. Какие параметры оцениваются при
11. ЧС локального, муниципального и регионального характера?

12. Что такое иерархия потребностей, по А. Маслоу?
13. Какие среды обитания окружают человека?
14. Назовите и охарактеризуйте виды техногенного загрязнения.
15. Какие вы знаете классы опасностей отходов?
16. Что такое санитарно – защитные зоны и какие они бывают?

## Глава 2

# ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Введение в 2016 году федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) и утверждение первых профессиональных стандартов способствовали повышению результативности деятельности выпускающих кафедр Уральского горного университета по диверсификации образовательных программ бакалавриата и магистратуры путем обеспечения многообразия содержания, совмещения теоретических знаний с практическим обучением, использования различных образовательных технологий, направленных на создание оптимальных условий для удовлетворения потребностей работодателей и ожидания общества.

### **2.1. ОБЛАСТИ, ОБЪЕКТЫ И ВИДЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРОВ**

Областями профессиональной деятельности бакалавра по направлению «Техносферная безопасность» являются: обеспечение безопасности человека в современном мире, формирование комфортной для жизни и деятельности человека техносферы, минимизация техногенного воздействия на природную среду, сохранение жизни и здоровья человека за счет использования современных технических средств, методов контроля и прогнозирования.

**Объектами профессиональной деятельности** выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

- человек и опасности, связанные с человеческой деятельностью;
- опасности среды обитания, связанные с деятельностью человека;
- опасности среды обитания, связанные с опасными природными явлениями;
- опасные техногенные процессы и производства;
- нормативные правовые акты по вопросам обеспечения безопасности;
- методы и средства оценки техногенных и природных опасностей и риска их реализации;
- методы и средства защиты человека и среды обитания от техногенных и природных опасностей;
- правила нормирования опасностей и антропогенного воздействия на окружающую природную среду;
- методы, средства спасения человека.

**Виды профессиональной деятельности**, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата:

- проектно – конструкторская;
- сервисно – эксплуатационная;
- организационно – управленческая;
- экспертная, надзорная и инспекционно – аудиторская;
- научно – исследовательская.

При разработке и реализации программы бакалавриата организация ориентируется на конкретный вид (виды) профессиональной деятельности, к которому (которым) готовится бакалавр, исходя из потребностей рынка труда, научно–исследовательских и материально–технических ресурсов организации.

Программа бакалавриата формируется организацией в зависимости от видов учебной деятельности и требований к результатам освоения образовательной программы:

- ориентированной на научно–исследовательский и (или) педагогический вид (виды) профессиональной деятельности как основной (основные) (далее – программа академического бакалавриата);
- ориентированной на практико–ориентированный, прикладной вид (виды) профессиональной деятельности как основной (основные) (далее – программа прикладного бакалавриата).

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, в соответствии с видом (видами) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

**1) проектно–конструкторская деятельность:**

- участие в проектных работах в составе коллектива в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий, разработке разделов проектов, связанных с вопросами обеспечения безопасности человека и защиты окружающей среды, самостоятельная разработка отдельных проектных вопросов среднего уровня сложности;
- идентификация источников опасностей в окружающей среде, рабочей зоне, на производственном предприятии, определение уровней опасностей;
- определение зон повышенного техногенного риска;
- подготовка проектно–конструкторской документации разрабатываемых изделий и устройств с применением систем автоматического проектирования (САПР);
- участие в разработке требований безопасности при подготовке обоснований инвестиций и проектов;

– участие в разработке средств спасения и организационно–технических мероприятий по защите территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций;

**2) сервисно–эксплуатационная деятельность:**

– эксплуатация средств защиты человека и среды его обитания от природных и техногенных опасностей;

– проведение контроля состояния средств защиты человека и среды его обитания от природных и техногенных опасностей;

– эксплуатация средств контроля безопасности;

– выбор известных методов (систем) защиты человека и среды обитания, ликвидации чрезвычайных ситуаций применительно к конкретным условиям;

– составление инструкций безопасности;

– ремонт и обслуживание средств защиты от опасностей;

– выбор и эксплуатация средств контроля безопасности;

– выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих;

**3) организационно–управленческая деятельность:**

– обучение рабочих и служащих требованиям безопасности;

– организация и участие в деятельности по защите человека и окружающей среды на уровне производственного предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях;

– участие в разработке нормативных правовых актов по вопросам обеспечения безопасности на уровне производственного предприятия;

– участие в организационно–технических мероприятиях по защите территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций;

– осуществление государственных мер в области обеспечения безопасности;

– обучение рабочих и служащих требованиям безопасности;

**4) экспертная, надзорная и инспекционно–аудиторская деятельность:**

– выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания;

- участие в проведении экспертизы безопасности, экологической экспертизы;
- определение зон повышенного техногенного риска.

**д) научно–исследовательская деятельность:**

- участие в выполнении научных исследований в области безопасности под руководством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов;
- комплексный анализ опасностей техносферы;
- участие в исследованиях воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на промышленные объекты;
- подготовка и оформление отчетов по научно–исследовательским работам.

## **2.2. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА**

Структура программы бакалавриата включает обязательную часть (базовую) и часть, формируемую вузом (вариативную). Это обеспечивает возможность реализации программ бакалавриата, имеющих различную направленность (профиль) образования в рамках одного направления подготовки.

Программа бакалавриата состоит из следующих блоков:

**Блок 1 «Дисциплины (модули)»**, который включает дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы, и дисциплины (модули), относящиеся к ее вариативной части.

**Блок 2 «Практики»**, который в полном объеме относится к вариативной части программы.

**Блок 3 «Государственная итоговая аттестация»**, который в полном объеме относится к базовой части программы и завершается присвоением квалификации, указанной в перечне специальностей и направлений подготовки высшего образования, утвержденном Министерством образования и науки Российской Федерации.



Дисциплины (модули), относящиеся к вариативной части программы бакалавриата и практики, определяют направленность (профиль) программы бакалавриата. Набор дисциплин (модулей), относящихся к вариативной части программы бакалавриата и практик, ВУЗ определяет самостоятельно в объеме, установленном настоящим ГОС ВО. После выбора обучающимся направленности (профиля) программы, набор соответствующих дисциплин (модулей) и практик становится обязательным для освоения обучающимся.

В Блок 2 «Практики» могут входить учебная и производственная, в том числе преддипломная, практики.

Тип учебной практики:

- **практика по получению первичных профессиональных умений и навыков.**

Способы проведения учебной практики:

- стационарная;
- выездная.

Типы производственной практики:

- **практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;**
- технологическая практика;
- педагогическая практика;
- научно – исследовательская работа.

Способы проведения производственной (педагогической) практики:

- стационарная;
- выездная;

**Преддипломная практика** проводится для выполнения выпускной квалификационной работы и является обязательной.

При разработке программ бакалавриата вуз выбирает типы практик в зависимости от вида (видов) деятельности, на которой (которые) ориентирована программа бакалавриата. Вуз вправе предусмотреть в

программе бакалавриата иные типы практик дополнительно к установленным настоящим ФГОС ВО.

Учебная и (или) производственная практики могут проводиться в структурных подразделениях организации.

Выбор мест прохождения практик для лиц с ограниченными возможностями здоровья производится с учетом состояния здоровья обучающихся и требований по доступности.

**В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация»** входит защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, а также подготовка и сдача государственного экзамена (если вуз включила государственный экзамен в состав государственной итоговой аттестации).

При разработке программы бакалавриата обучающимся обеспечивается возможность освоения дисциплин (модулей) по выбору, в том числе специальные условия инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья, в объеме не менее 30 процентов объема вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Количество часов, отведенных на занятия лекционного типа в целом по Блокам 1 и 2 «Дисциплины (модули)» должно составлять не более 50 процентов от общего количества часов аудиторных занятий, отведенных на реализацию данного Блока.

### **2.3. ПРОФИЛИ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Бакалавры по направлению «Техносферная безопасность» должны быть готовы к решению следующих **профессиональных задач**:

- Заниматься исследовательской, проектной, организационно – управленческой, производственно – технологической деятельностью в сфере систем защиты человека и территорий, обеспечения устойчивости

объектов на родного хозяйства в чрезвычайных ситуациях (ЧС) и ликвидации техногенных аварий и стихийных бедствий, а также методов и средств защиты человека, объектов экономики и среды обитания от опасностей и вредного воздействия последствий ЧС.

- Осуществлять контроль за соблюдением на предприятии действующего экологического законодательства, инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды (ОС).
- Осуществлять контроль за соблюдением законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда работниками предприятия, совершенствовать профилактическую работу по предупреждению производственного травматизма, профессиональных и производственно обусловленных заболеваний и улучшению условий труда.
- Осуществлять планирование пожарно – профилактической работы на предприятии.
- Анализировать состояние пожарной безопасности объектов, технологических процессов, технологического оборудования, продукции и материально – технических ресурсов предприятий.
- Разрабатывать мероприятия, направленные на усиление противопожарной защиты и предупреждения пожаров.

Соответственно в Российских вузах *подготовка бакалавров по направлению «Техносферная безопасность»* ведется по следующим *профилям*:

<b>№</b>	<b>Наименование профиля</b>
01	Безопасность жизнедеятельности в техносфере
02	Безопасность технологических процессов и производств
03	Пожарная безопасность
04	Защита в чрезвычайных ситуациях
05	Безопасность труда
06	Инженерная защита окружающей среды
07	Охрана природной среды и ресурсосбережение
08	Радиационная и электромагнитная безопасность

Всего в России 224 вуза, готовящих бакалавров по направлению «Техносферная безопасность», занимающему 47-ое место в рейтинге специальностей.

В Уральском государственном горном университете (УГГУ) подготовка бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» осуществляется по четырем профилям:

- Безопасность горного производства;
- Пожарная безопасность;
- Защита в чрезвычайных ситуациях;
- Инженерная защита окружающей среды.

Кафедра Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях УГГУ ведет подготовку бакалавров по двум направлениям «Защита в чрезвычайных ситуациях» и «Пожарная безопасность».

Кафедра располагает материально – технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов учебной, практической и научно – исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Студенты в течение всего периода обучения обеспечены индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно – библиотечным системам (электронным библиотекам) и к электронной информационно – образовательной среде организации. Электронно – библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно – образовательная среда УГГУ имеет возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно–телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории вуза, так и вне ее, в случае перехода на режим дистанционного обучения.

Специальные помещения кафедры представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и

индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно–наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие учебным программам дисциплин.

Перечень материально–технического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата, включает в себя лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием, в зависимости от степени его сложности.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно–образовательную среду организации.

В случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий допускается замена специально оборудованных помещений их виртуальными аналогами, позволяющими обучающимся осваивать умения и навыки, предусмотренные профессиональной деятельностью.

Библиотечный фонд УГГУ укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 10 – 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин.

Для совершенствования процесса обучения будущих специалистов в области техносферной безопасности на выпускающей кафедре наряду с традиционными используются технологии, которые учат студентов работать с большим количеством информационного материала (вести поток информации в различных данных, сортировать его, выделять главное, пользоваться знаниями для решения конкретных задач). Одним из таких методов является **метод анализа конкретных ситуаций**, возникающих на

предприятиях или на территориях, когда необходимо решать профессиональные задачи техносферной безопасности.

Метод case – study или конкретных ситуаций (от английского case – случай, ситуация) – метод активного проблемно – ситуационного анализа, основанный на обучении путем решения конкретных задач – ситуаций. Соответственно, решить кейс – это значит проанализировать предложенную ситуацию и найти оптимальное решение. На сегодняшний день данный метод получил широкое распространение в образовании, став одним из самых эффективных технологий обучения. Его основными преимуществами являются:

- Практическая направленность. Это решает сразу две актуальных проблемы обучения в высших учебных заведениях. Кейс – метод тренирует студентов применять теоретические знания на практике и подготавливает к решению нестандартных задач с оригинальным способом решения.
- Интерактивный формат. Кейс – метод обеспечивает более эффективное усвоение материала за счет высокой эмоциональной вовлеченности и активного участия обучаемых.
- Приобретение гибких навыков. Гибкие навыки (англ. soft skills) – комплекс неспециализированных, важных для карьеры надпрофессиональных навыков, которые отвечают за успешное участие в рабочем процессе, высокую производительность и являются сквозными, то есть не связаны с конкретной предметной областью.

**Первым этапом** кейс – методов является внеаудиторная подготовка студентов: изучение рекомендованного преподавателем теоретического материала, нормативно – правовых документов, необходимых как для решения кейса, так и для будущей профессии в целом. Затем происходит обсуждение с преподавателем тем, вызвавших затруднение.

**Вторым этапом** является непосредственное решение ситуационной задачи из кейса, связанной, например, с пожарной безопасностью. В ходе

данного этапа студенты, разделившись на команды, ищут оптимальное решение, применяя знания, полученные в ходе обучения, и пытаются его обосновать.

**Заключительный этап** – представление предлагаемого решения и подведение преподавателем итогов работы группы с кейсом.

Сегодня в Российской Федерации наблюдается настоящим бум в связи со строительством разнообразных торговых, торгово – развлекательных центров с массовым пребыванием людей.

Тип установки пожаротушения, способ тушения и вид огнетушащего вещества определяются организацией – проектировщиком. В связи с этим студентам, обучающимся по профилю «Пожарная безопасность», может быть предложен к решению кейс, связанный с разработкой системы обеспечения пожарной безопасности в торговых центрах:

Найти оптимальное решение для обеспечения пожарной безопасности в любом существующем многоэтажном торговом центре с заданной планировкой и материалами конструкций с помощью осуществления подбора видов пожарных извещателей для помещений торгового центра, автоматических установок пожаротушения, определяемых в зависимости от вида материала, объемно – планировочных решений здания.

В ходе решения данного кейса студентам пригодятся знания нормативно – правовой базы, регулирующей обеспечение пожарной безопасности зданий и сооружений, видов пожарной сигнализации и автоматических установок пожаротушения, их различий и преимуществ, а также понятие о классах горючести материалов. Также обучающиеся ознакомятся с рынком существующих средств пожаротушения. Таким образом, студенты получают опыт реализации теоретических знаний на практике.

Применение кейс – технологии в образовательной деятельности обеспечивает развитие компетентности будущих кадров. Данный метод успешно применяется на выпускающей кафедре при подготовке

специалистов в области пожарной безопасности, промышленной безопасности, защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях.

## **2.4. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ БАКАЛАВРОВ ПО ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Понятие «**профессиональные компетенции**» определяется как «способность применять знание, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области». Они основываются на комплексе знаний, умений, навыков, опыта, но не являются их совокупностью, так как предусматривают способность человека к самообучению, креативному мышлению, ориентации в нестандартных и проблемных вопросах, изменению вида своей деятельности в соответствии с изменяющимися потребностями общества и рынка труда. Компетентным является человек, способный к восприятию изменений и адаптации к ним на основе имеющихся знаний, кругозора и готовности к самообучению и самосовершенствованию.

Формирование профессиональной компетенции по обеспечению безопасности включает в себя комплекс знаний по техническим, правовым, медицинским, психологическим вопросам, физическим и иным средствам обеспечения безопасности, а также обучение необходимым умениям и навыкам по профилактике и преодолению опасных ситуаций. Соответствующая структура представлена на рис. 5. Она определяется интеллектуальной, мировоззренческой, волевой, коммуникативной, психологической подготовкой и самоконтролем.

**Мировоззренческая подготовка** формирует систему обобщенных понятий о причинах возникновения опасных ситуаций, о взаимосвязи внутренних и внешних факторов возникновения вредности и опасности, о соотношении вредных и опасных факторов в жизни человека, о роли личности в преодолении и предупреждении опасных ситуаций и т.д.





Рис.5. Структура формирования компетенций по обеспечению техносферной безопасности

*Интеллектуальная подготовка* формирует умение решать неординарные проблемы по защите от опасностей в конкретных условиях.

Умение сформулировать вопрос о причинах возникновения опасности, решить поставленную задачу и разработать нетрадиционное решение в неожиданной ситуации, в первую очередь, основано на интеллектуальном потенциале личности. При возникновении опасной ситуации необходимо проявлять дальновидность, проницательность и предусмотрительность.

Интеллектуальная подготовка основывается на опыте, формирующемся при анализе причин несчастных случаев, изучении ошибок жертв несчастных случаев, прогнозировании действий людей в экстремальных ситуациях и т.п.

**Коммуникативная подготовка** является средством воспитания готовности к предупреждению и преодолению опасных ситуаций. Она формирует мотивацию к успешному общению с окружающими людьми, готовность к конструктивному диалогу и разрешению противоречий с коллегами. Склонность к манипулированию другими людьми, конфликтность, стремление к решению собственных проблем за счет окружающих людей понижают общий уровень безопасности.

**Волевая подготовка** к предупреждению и преодолению опасных ситуаций предполагает формирование готовности к волевому усилию, преодолению препятствий, трудностей, обусловленных внешними факторами: страхом, усталостью, нежеланием делать что-то.

**Психологическая подготовка** является этапом формирования готовности к рациональному поведению в трудных и экстремальных ситуациях. Трудная ситуация характеризуется расхождением между реальными возможностями человека и целью его деятельности. Опыт преодоления таких ситуаций воспитывает уверенность в собственных силах и готовность к самосовершенствованию с целью обеспечения безопасности жизнедеятельности. Одним из эффективных методов психологической подготовки являются деловые игры, в которых отсутствует реальная опасность, хотя условно присутствует ее источник.

Для формирования **самоконтроля** в опасных ситуациях необходимо производить систематический внешний контроль.

Целесообразным является специальное обучение людей поведению в опасных ситуациях, при котором имитируются основные виды и источники опасности, существующие в реальности.

Основными компонентами воспитания компетенций в области безопасности являются следующие методы (см. рис.5).

**Догматический** основывается на обучающем воздействии при помощи слов, жестов, наглядных и других средств. Однако при таком подходе

выводы и оценки воспринимают в готовом виде, без обоснования и объяснения.

**Объяснительный** основан на представлении обучаемому информации о вредностях и опасностях, правилах и нормах безопасного поведения. Это помогает понять причины возникновения опасностей, взаимосвязи внешних источников опасностей, влияние собственного поведения на уровень личной безопасности.

**Репродуктивный** основан на организации воспроизводящей деятельности и заключается в применении формируемых умений и навыков в различных ситуациях.

**Поисковый** предполагает совместное решение практических, коммуникативных и других проблем, которые влияют на уровень личной безопасности.

**Творческий** направлен на обучение самостоятельному решению разнообразных проблем обеспечения безопасности человека.

**Эвристический** предполагает максимально возможный уровень самостоятельности и творчества людей в процессе формирования культуры личной безопасности.

Методы и средства формируют системы знаний об обеспечении безопасной деятельности в процессе воспитания и обучения на протяжении всего жизненного цикла человека, которые включают в себя общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Назовите объекты и виды профессиональной деятельности бакалавров?
2. Какие вы знаете профили подготовки бакалавров по техносферной безопасности?
3. Что такое «Профессиональная компетенция»?
4. Как вы можете охарактеризовать структуру формирования компетенций по обеспечению техносферной безопасности?
5. Какие бывают методы воспитания компетенций?
6. К каким компетенциям относится способность работать самостоятельно?
7. К каким компетенциям относится способность использовать организационно–управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности?
8. К каким компетенциям относится готовность бакалавра к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе?
9. К каким компетенциям относится способность бакалавра оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники?
10. К каким компетенциям относится способность бакалавра использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях?

## Глава 3

# ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

### 3.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ.

**Профессиональные стандарты** – это характеристика квалификации, которая необходима работнику для того, чтобы он мог работать в определенной профессии. Данное понятие включает в себя требования к знаниям, навыкам и умениям, а также опыту работы.

С 1 июля 2016 г. работодатели обязаны применять профессиональные стандарты, если требования к квалификации установлены Трудовым кодексом, Федеральными законами или иными нормативно–правовыми актами. Для остальных работников профессиональные стандарты носят рекомендательный характер.

Профессиональные стандарты, или **профстандарты** разработаны для системной модернизации квалификационных требований специалистов, работающих в различных областях профессиональной деятельности, увеличения числа высококвалифицированных работников, создания условий для внедрения новых технологий, роста производительности труда, повышения конкурентоспособности работников на рынке труда.

Профстандарт может быть ориентирован для работодателя при определении наименования должностей и специальностей, трудовых функций работников. В профстандарте указаны требования к образованию специалиста, выполняющего определенную трудовую функцию, необходимое основное и дополнительное образование.

Все это может быть полезно и работодателю, и работнику. Работодателю удобно подбирать сотрудников в зависимости от своих бизнес-процессов, ставить им задачи, планировать развитие и обучение персонала. Работник может увидеть, соответствует ли он квалификационным требованиям, насколько он востребован на рынке труда. Он понимает, может ли рассчитывать на повышение по службе, прибавку к зарплате. С помощью профстандарта он может спланировать свою карьеру у одного работодателя или перейти к другому. Он понимает, чему еще нужно обучиться, чтобы быть успешным.

Обязательность применения требований профессиональных стандартов установлена для случаев, предусмотренных статьями 57 и 195.3 ТК РФ, и не зависит от формы собственности организации или статуса работодателя. Что касается государственных и муниципальных организаций, то учитывая важность внедрения профессиональных стандартов для повышения производительности труда, обеспечения качества выполняемых работ (услуг), данным организациям следует провести анализ профессиональных компетенций работников на соответствие профессиональным стандартам, при необходимости составить план подготовки работников и дополнительного профессионального образования работников в рамках бюджета на соответствующий год.

Для остальных работодателей, если законодательством отдельно не установлены дополнительные требования к квалификации сотрудников, применение профстандартов остается рекомендуемым.

С 1 июля 2016 г. соблюдать профстандарты обязаны будут все работодатели, для работников которых законами или нормативными правовыми актами установлены специальные требования. Для государственных внебюджетных фондов, государственных и муниципальных учреждений, унитарных предприятий, а также государственных корпораций, компаний и хозяйственных обществ, у которых более 50 % акций (долей) в уставном капитале находится в государственной или муниципальной

собственности, особенности применения профстандартов установит Правительство РФ.

Работодатель применяет профессиональные стандарты для определения потребности в работниках с определенным уровнем квалификации, правильного подбора и расстановки кадров, рационального разделения и организации труда, разграничения функций, полномочий и ответственности между категориями работников, определения трудовых обязанностей работников с учетом особенностей применяемых технологий, организации подготовки (профессиональное образование и профессиональное обучение) и дополнительного профессионального образования работников, организации труда, установления систем оплаты труда.

К настоящему времени Министерством труда и социальной защиты РФ разработано немногим более 1000 профстандартов. В тех сферах деятельности, где должен быть, но пока отсутствуют профессиональные стандарты, руководствуются существующими Едиными квалификационными справочниками должностей руководителей, специалистов и служащих. Они также содержат квалификационные характеристики должностей перечисленных работников. Так пока действуют «Квалификационные характеристики работников, осуществляющих деятельность в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности людей на водных объектах и объектах введения горных работ в подземных условиях» (Приказ Минтруда России от 03.12.2013 №707н).

### **3.2. СТРУКТУРА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ**

Профессиональные стандарты специалистов разных профилей имеют сходную структуру. Любой профстандарт должен быть утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации и иметь

регистрационный номер. **Первый раздел профстандарта** носит название «Общие сведения». В этом разделе расписывается основная цель вида профессиональной деятельности и группа занятий.

**Во втором разделе** дается описание трудовых функций, входящих в профстандарты, или функциональной карты вида профессиональной деятельности. Кроме наименования Трудовой функции обязательно указывается уровень (подуровень) квалификации. По новой квалификации уровней квалификаций высшее образование – бакалавриат соответствует 6 уровню, магистратура – 7 уровню.

**В третьем разделе** приводится характеристика обобщенных трудовых функций. Кроме наименования отмечается происхождение трудовой функции, указываются возможные наименования должностей и требования к уровню образования, требования к опыту практической работы, а также перечень необходимых умений и знаний.

И, наконец, **в четвертом разделе** приводятся сведения об организациях – разработчиках профстандартов. Указывается отдельно ответственная организация – разработчик и несколько рядовых организаций – разработчиков.

В конкретных организациях, на предприятиях на основе существующих профессиональных стандартов в соответствии с положениями Трудового кодекса РФ разрабатываются **должностные инструкции** по имеющимся в организации, на предприятии профессиям. **В Приложении №1** в качестве примера приводится должностная инструкция Инженера по промышленной безопасности.



### 3.3. ДОЛЖНОСТНЫЕ ИНСТРУКЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЕДИНЫМ КВАЛИФИКАЦИОННЫМ СПРАВОЧНИКАМ

#### Специалист гражданской обороны

**Должностные обязанности.** Разрабатывает нормативные методические и организационные документы по вопросам гражданской обороны. Осуществляет анализ состояния гражданской обороны и подготовку ежегодного доклада о состоянии гражданской обороны осуществляет выбор способов или логических приемов для обоснования принимаемых решений. Участвует в разработке и проведении организационно–технических мероприятий по гражданской обороне, проведение учений по гражданской обороне. Разрабатывает порядок организации и ведения гражданской обороны в организации. Организует сбор и обмен информацией в области гражданской обороны. Распространяет и внедряет наиболее эффективные методы работы по пропаганде мероприятий гражданской обороны. Участвует в составлении документов об организации проведения мероприятий по гражданской обороне, разрабатывает планы гражданской обороны и защиты населения. Готовит предложения по совершенствованию работы по закрепленному направлению деятельности. Участвует в разработке и проведении мероприятий, направленных на повышение устойчивости функционирования организации в чрезвычайных условиях и военное время.

**Должен знать:** Конституцию Российской Федерации; законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; методические и нормативные документы, касающиеся деятельности специалиста гражданской обороны; основы трудового законодательства; правила по охране труда и пожарной безопасности.

**Требования к квалификации:** *специалист гражданской обороны:* высшее профессиональное (техническое) образование бакалавра без предъявления требований к стажу работы или среднее профессиональное образование и стаж работы по направлению деятельности не менее 3 лет.

*Специалист гражданской обороны II категории:* высшее профессиональное образование бакалавра и стаж работы по направлению деятельности не менее 3 лет.

*Специалист гражданской обороны I категории:* высшее профессиональное образование бакалавра и стаж работы в должности специалиста гражданской обороны II категории не менее 3 лет.

*Ведущий специалист гражданской обороны:* высшее профессиональное образование бакалавра и стаж работы в должности специалиста гражданской обороны I категории не менее 3 лет.

Согласно Положению об уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны, утвержденному приказом МЧС от 23.05.2017 №230, в категорированных организациях количество освобожденных специалистов по ГО должно быть следующим:

<b>Численность работников предприятия</b>	<b>Количество специалистов по ГО и ЧС</b>
До 500	1
501–2 000	2–3
2 001–5 000	3–4
Свыше 5 001	5–6

### **Инженер по охране окружающей среды (эколог)**

Должностная инструкция инженера по охране окружающей среды (эколог) относится к разделу «*Общепрофессиональные квалификационные характеристики должностей работников, занятых на предприятиях, в учреждениях и организациях.*».

В должностной инструкции инженера по охране окружающей среды (эколог) должны быть отражены следующие пункты:

**Должностные обязанности.** Осуществляет контроль за соблюдением в подразделениях предприятия действующего экологического законодательства, инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды, способствует снижению вредного влияния производственных факторов на жизнь и здоровье работников. Разрабатывает проекты перспективных и текущих планов по охране окружающей среды, контролирует их выполнение. Участвует в проведении экологической экспертизы технико–экономических обоснований, проектов расширения и реконструкции действующих производств, а также создаваемых новых технологий и оборудования, разработке мероприятий по внедрению новой техники. Принимает участие в проведении научно–исследовательских и опытных работ по очистке промышленных сточных вод, предотвращению загрязнения окружающей среды, выбросов вредных веществ в атмосферу, уменьшению или полной ликвидации технологических отходов, рациональному использованию земельных и водных ресурсов. Осуществляет контроль за соблюдением технологических режимов природоохранных объектов, анализирует их работу, следит за соблюдением экологических стандартов и нормативов, за состоянием окружающей среды в районе расположения предприятия. Составляет технологические регламенты, графики аналитического контроля, паспорта, инструкции и другую техническую документацию. Участвует в проверке соответствия технического состояния оборудования требованиям охраны окружающей среды и рационального природопользования. Составляет установленную отчетность о выполнении мероприятий по охране окружающей среды, принимает участие в работе комиссий по проведению экологической экспертизы деятельности предприятия.

**Должен знать:** экологическое законодательство; нормативные и методические материалы по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов; системы экологических стандартов и нормативов; производственную и организационную структуру предприятия и

перспективы его развития; технологические процессы и режимы производства продукции предприятия; порядок проведения экологической экспертизы предплановых, предпроектных и проектных материалов; методы экологического мониторинга; средства контроля соответствия технического состояния оборудования предприятия требованиям охраны окружающей среды и рационального природопользования, действующие экологические стандарты и нормативы; передовой отечественный и зарубежный опыт в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов; порядок учета и составления отчетности по охране окружающей среды; основы экономики, организации производства, труда и управления; средства вычислительной техники, коммуникаций и связи; правила и нормы охраны труда.

**Требования к квалификации:** *инженер по охране окружающей среды (эколог) I категории:* высшее профессиональное образование и стаж работы в должности инженера по охране окружающей среды (эколога) II категории не менее 3 лет.

*Инженер по охране окружающей среды (эколог) II категории:* высшее профессиональное образование и стаж работы в должности инженера по охране окружающей среды (эколога) не менее 3 лет.

*Инженер по охране окружающей среды (эколог):* высшее профессиональное образование без предъявления требований к стажу работы.

**Инженер по охране окружающей среды (эколог) имеет право:**

1. Вносить на рассмотрение руководства предложения:
  - по совершенствованию работы связанной с предусмотренными настоящей инструкцией обязанностями,
  - о поощрении подчиненных ему отличившихся работников,
  - о привлечении к материальной и дисциплинарной ответственности работников, нарушивших производственную и трудовую дисциплину.

2. Запрашивать от структурных подразделений и работников организации информацию, необходимую ему для выполнения своих должностных обязанностей.
3. Знакомиться с документами, определяющими его права и обязанности по занимаемой должности, критерии оценки качества исполнения должностных обязанностей.
4. Знакомиться с проектами решений руководства организации, касающимися его деятельности.
5. Требовать от руководства организации оказания содействия, в том числе обеспечения организационно–технических условий и оформления установленных документов, необходимых для исполнения должностных обязанностей.
6. Иные права, установленные действующим трудовым законодательством.

**Инженер по охране окружающей среды (эколог) несет ответственность в следующих случаях:**

1. За ненадлежащее исполнение или неисполнение своих должностных обязанностей, предусмотренных настоящей должностной инструкцией, – в пределах, установленных трудовым законодательством Российской Федерации.
2. За правонарушения, совершенные в процессе своей деятельности, – в пределах, установленных действующим административным, уголовным и гражданским законодательством Российской Федерации.
3. За причинение материального ущерба организации – в пределах, установленных действующим трудовым и гражданским законодательством Российской Федерации.

**Инженер по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям**

**Должностные обязанности.** Организует и контролирует разработку и исполнение мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в организации. Разрабатывает организационно–распорядительную документацию по гражданской обороне и чрезвычайным

ситуациям (ГО и ЧС). Организует работу по поддержанию постоянной готовности технических систем управления, оповещения и связи пунктов управления системы ГО и ЧС. Организует проведение расчетно–аналитического анализа возможных чрезвычайных ситуаций в организации. Осуществляет сбор, обработку и проверку данных по подготовке персонала к действиям в условиях военного времени и чрезвычайных ситуаций и подготавливает их для отчета перед вышестоящими организациями. Организует обучение работников системы ГО и ЧС к действиям в условиях чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера мирного и военного времени. Осуществляет поиск организационно–методической документации по подготовке персонала к действиям в условиях военного времени и чрезвычайных ситуациях с целью ее практического использования в системе ГО и ЧС организации. Разрабатывает и корректирует план предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, план гражданской обороны организации и другие документы по вопросам ГО и ЧС. Прогнозирует возможную обстановку в организации при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и при применении современных средств поражения. Оказывает методическую помощь персоналу отделов (штабов) ГО и ЧС подразделений в организации обучения формирований ГО. Осуществляет контроль за содержанием классов ГО, использованием по назначению учебно–материальной базы ГО. Участвует в разработке, организации и осуществлении мероприятий по обеспечению постоянной готовности служб, эвакуационных органов и сил ГО и ЧС организации. Участвует в организации тренировок, учений, проводимых по планам работы системы ГО и ЧС. Участвует в работе комиссий по расследованию причин аварий, пожаров (при включении в состав комиссий). Участвует в работе комиссий по рассмотрению проектной документации на реконструкцию, расширение, строительство объектов, по приемке и вводу в эксплуатацию заводов, цехов, установок и оборудования (при включении в состав комиссии). Участвует в

организации накопления, хранения, обновления техники и имущества мобилизационного резерва, неприкосновенного запаса, оснащения формирований системы ГО и ЧС. Осуществляет контроль за содержанием фонда защитных сооружений ГО, пунктов управления системы ГО и ЧС в соответствии с требованиями нормативных документов. Работает в составе пункта управления системы ГО и ЧС. Проверяет соблюдение инструкций по эксплуатации и хранению средств связи, наличие и ведение документации по средствам связи и оповещения, наличие и срок действия схем оповещения в подразделениях. Выполняет требования правил по охране труда и пожарной безопасности, правил внутреннего трудового распорядка, требования режима секретности, сохранности служебной, коммерческой и государственной тайны, неразглашения сведений конфиденциального характера.

**Должен знать:** законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, методические и нормативные документы, регулирующие вопросы гражданской обороны, в том числе распорядительные акты руководителей соответствующих организаций; перечень возможных чрезвычайных ситуаций, причины возникновения, меры по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в подразделениях организации; планы гражданской обороны организации и требования по повышению устойчивости ее функционирования; организацию и методику подготовки руководящего состава, гражданских организаций системы ГО и ЧС, обучения работников; требования режима секретности, сохранности служебной, коммерческой и государственной тайны, неразглашения сведений конфиденциального характера; основы экономики, организации производства, труда и управления; основы трудового законодательства; правила по охране окружающей среды, ядерной и радиационной безопасности; правила по охране труда и пожарной безопасности; правила внутреннего трудового распорядка.

**Требования к квалификации:** инженер по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям: высшее профессиональное образование

(бакалавр) без предъявления требований к стажу работы, подготовка по специальной программе.

В образовательных организациях существуют отделы по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям (ГО и ЧС), возглавляемые специалистами по ГО и ЧС. Ниже приводится перечень задач, которые решает отдел ГО и ЧС Уральского государственного горного университета.

**Задачи, которые решает отдел ГО и ЧС при Уральском государственном горном университете:**

- отдел ГО и ЧС уполномочен решать задачи гражданской обороны задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий.

**Направления деятельности отдела ГО и ЧС:**

- организация и проведение мероприятий по гражданской обороне, предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- взаимодействие с органами ГО и ЧС, правоохранительными органами;
- мероприятия по противодействию терроризму.

**Основные цели:**

- обеспечение надежной защитой жизни и здоровья работников и студентов;
- обеспечение мобилизации и готовности к гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям.

**Задачи:**

- участие в разработке и осуществлении мероприятий, направленных на повышение устойчивости функционирования объектов в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени;
- организация взаимодействия отдела ГО и ЧС с единой дежурно-диспетчерской службой Управления безопасности, специальными службами города по ЧС, оперативными службами Главного управления МЧС России по Свердловской области;



- планирование, организация подготовки и обучения руководящего состава, сотрудников и обучающихся действиям в ЧС мирного и военного времени;
- разработка плана гражданской обороны и плана действий по предупреждению и ликвидации ЧС, нормативных документов, их своевременная корректировка и контроль за выполнением;
- планирование и контроль выполнения мероприятий по гражданской обороне и по защите сотрудников и студентов от возложенных ЧС природного и техногенного характера;
- организация работы по пропаганде знаний во вопросам ГО и ЧС среди сотрудников и студентов, подготовка и проведение учений и тренировок по ГО и ЧС для сотрудников и студентов, инструктаж, обучение действиям при угрозе возникновения или в случае возникновения ЧС сотрудников и студентов, проведение совместных учений с отделом Главного управления МЧС России по Свердловской области.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. Что такое профессиональные стандарты?
2. С какого времени они вступили в силу?
3. Каким правительственным ведомством они разработаны?
4. Какими еще нормативными документами руководствуются работодатели при приеме на работу?
5. Какова структура профессиональных стандартов?
6. Каковы должностные обязанности специалиста по гражданской обороне?
7. Что должен знать и уметь специалист по ГО и ЧС в учебных заведениях?
8. Какому уровню квалификации соответствует образование бакалавра?

9. Что такое должностная инструкция и кто ее разрабатывает?

10. Для чего используются профессиональные стандарты?

## Глава 4

### ТРУДОУСТРОЙСТВО ВЫПУСКНИКОВ НА РАБОТУ

Сравнительный анализ трудоустройства выпускников в зависимости от полученной профессии (специальности) показал, что в 2016 г. выпускники периода 2010–2011 гг. с высшим образованием (ВО) трудоустроились по таким специальностям, как «авиационная и ракетно–космическая техника» (97.7%), «автоматика и управление» (97.6%), «техносферная безопасность, природообустройство и защита окружающей среды» (97.5%) и «оружие и системы вооружения» (97.2%). Менее благополучная ситуация наблюдается у выпускников этого же периода с ВО, полученным в сфере обслуживания (86%), специалистам естественных наук (85.9%), специалистам по социальным наукам (82.5%).

Скорее всего, приведенные соотношения востребованности выпускников разных специальностей сохраняются и в будущем, а так как обеспечение безопасности деятельности человека является одной из его главных задач, то в востребованности выпускников направления «Техносферная безопасность» не приходится сомневаться.

В данной главе мы хотим познакомить своих студентов с теми проблемами и ситуациями, с которыми они столкнутся, когда они с дипломом бакалавров по техносферной безопасности приступят к своей трудовой деятельности.

#### **4.1. ПЕРВЫЙ ШАГ ДЛЯ ТРУДОУСТРОЙСТВА**

С появления в 2016 г. профессиональных стандартов российский рынок труда стал испытывать голод в отношении специалистов по техносферной

безопасности, и к ним стали приглядываться рекрутеры, или как их называют хантеры, «охотники за головами».

**Рекрутер** – это сотрудник (менеджер по подбору кадров), который занимается поиском сотрудников на вакантные места. Главная задача рекрутера – это поиск кадров в нужном количестве под запросы работодателя.

Чаще всего работодателю нужны ваш опыт, навыки и необходимые для трудоустройства документы. Работодатели хотят узнать, чем вы можете быть полезны фирме, предприятию, организации, насколько вы подходите под требования вакансии. И эти сведения будущий работодатель может узнать через своего рекрутера, который получит ваше резюме.

**Резюме**( от франц. Resume – «сводка» – документ, содержащий информацию о навыках, опыте работы, образовании и другую относящуюся к делу информацию, обычно требующую при рассмотрении кандидатуры человека для найма на работу. Хорошее резюме одно из самых эффективных средств поиска работы.

**Запомните три ключевых момента:**

- У Вас единственный шанс преуспеть с помощью резюме в тот момент, когда его читают в первый раз. Как правило, на просмотр резюме затрачивается не более 2–3 минут. Если внимание привлечь не удалось – значит, резюме не сработало.
- При написании резюме следуйте принципу избирательности. Информацию для резюме следует отбирать, исходя из его целей. Другими словами, в резюме стоит включать описание именно тех аспектов Вашего опыта, которые значимы для позиции, на которую Вы претендуете. Например, если Вы занимались научной работой и одновременно консультированием, в резюме, направленном на получение работы в области коммерции, не стоит описывать Ваши научные достижения и приводить список Ваших научных трудов,

лучше перечислить те конкретные навыки и знания, которые Вы получили в процессе консультационной деятельности.

- Удачное резюме может стать поводом для интервью, т. е. личной встречи с работодателем или его представителем, но еще не гарантирует получение работы. Ваша цель – добиться, чтобы читающий захотел встретиться с Вами лично.

Рассмотрим стандартный пример резюме, графы которого обязательно должны быть заполнены.

**Личные данные:** ФИО, дата рождения, контактная информация (телефоны, адрес электронной почты). Можно также указать семейное положение, ближайшую к месту проживания станцию метро.

**Цель:** В данном пункте обычно формулируется должность (должности), на которую Вы претендуете. Не следует указывать несколько должностей, относящихся к разным сферам деятельности (например: автоэлектрик и повар).

**Образование:** указывается основное образование (среднее, среднее специальное, высшее, в т. ч. незаконченное, 2–е высшее, ученая степень) и дополнительное (курсы, стажировки, тренинги, семинары и т. п.). В обоих случаях необходимо указать годы обучения, название учебного заведения, факультет, специальность (если речь идет о курсах, то указывается специализация или название курса).

**Опыт работы:** в данном разделе представлены сведения о Вашем трудовом опыте. Для работодателя или сотрудника кадрового агентства удобнее, если они расположены в обратном хронологическом порядке, т. е. начиная с последнего. Указывается месяц и год поступления на работу и увольнения, название и сфера деятельности компании, занимаемая должность (должности).

Особое внимание обратите на раскрытие сферы деятельности компании. Недостаточно написать "ООО "Солнышко". Также недостаточно написать "ООО "Солнышко" – торговля". Обязательно раскройте, с какой

именно группой товаров работала компания. Старайтесь как можно точнее конкретизировать группу товаров или услуг, с которой Вы работали, т. к. очень часто данная информация имеет принципиальное значение.

**Профессиональные навыки:** данный пункт подразумевает перечень тех знаний и умений, которые Вы приобрели в ходе своей профессиональной деятельности. Его стоит выделить отдельно, если Вы, меняя работу, не меняли основную сферу деятельности. Если же Ваш опыт работы в разных организациях существенно отличается друг от друга, целесообразнее не выделять его в самостоятельный раздел, а давать краткий перечень основных функций по каждому месту работы.

**Знание иностранных языков:** Вы указываете все иностранные языки и степень (в совершенстве, свободно, разговорный, базовый), в которой Вы ими владеете.

**Владение компьютером:** данный пункт содержит сведения о Ваших навыках работы на ПК (пользователь, опытный пользователь, программист), а также программах, средах, языках, базах данных, с которыми Вы работали.

**Дополнительная информация:** здесь Вы сообщаете те сведения, которые Вы считаете необходимым донести до работодателя: наличие водительских прав, личного автомобиля, загранпаспорта, возможность командировок. Сюда можно также включить интересы и увлечения и личные качества, также допустимо выделить их в отдельный пункт.

Также важно отметить уровень заработной платы, на который вы претендуете. Данные сведения также можно выделить в отдельный пункт.

## **КАКИМ ДОЛЖНО БЫТЬ РЕЗЮМЕ**

### **Основные требования к стилю написания резюме:**

- **Точность.** Все, что изложено в резюме, соответствует заявленной должности и требованиям к данной вакансии;
- **Краткость;**
- **Лаконичность.** Резюме занимает одну страницу. Хорошее резюме – как анонс интересной книги или спектакля. Главное –

заинтересовать, все остальное можно изложить при личной встрече;

- **Активность.** Никогда не пишите "участвовал", "оказывал помощь" и т. п. Это позволяет думать, что Вы лишь оказывали разовые услуги;
- **Честность;**
- **Структурированность.** Когда резюме написано сплошным текстом, без акцентов и выделений, его очень трудно читать, и пока пытаешься найти основные моменты, начинаешь испытывать сомнение, может ли человек, составивший такое резюме, выделять главное в работе, последовательно и логично излагать мысли;
- Избегайте использовать местоимение Я.

**Необходимо быть предельно конкретным в выборе формулировок:**

**НЕ следует писать:**

- занимался обучением;
- помогал уменьшить ошибки;
- быстро усваиваю новые знания;

**следует писать:**

- обучил двух новых служащих;
- сократил ошибки на 15%, чем сэкономил фирме 40 000 руб.;
- освоил новые процедуры в рекордно короткий срок – за две недели.

**Не будьте многословны и избегайте пассивных форм:**

**НЕ следует писать:**

- отвечал за выполнение...;
- находил применение следующим возможностям...;
- нес ответственность за...

**следует писать:**

- выполнил...;
- эффективно использовал...;

– отвечал за...

**Предпочитайте позитивную информацию негативной:**

**НЕ следует писать:**

- улаживал жалобы на...;
- препятствовал снижению доли продаж;
- перешел с должности...

**следует писать:**

- помогал клиентам в...;
- повысил потенциал продукта на рынке;
- продвинулся на должность...

**Концентрируйте внимание на Ваших достижениях:**

**НЕ следует писать:**

- проработал там три года;
- выполнял дополнительную работу.

**следует писать:**

- получил повышение в должности и два повышения оплаты;
- всегда выполнял работу в срок.

**О ЧЕМ ВООБЩЕ НЕ НАДО ПИСАТЬ В РЕЗЮМЕ**

**Не надо включать в Ваше резюме:**

- Вашу трудовую биографию. На самом деле Вашего потенциального работодателя интересуют только последние 3–5 мест работы и период не более 10 лет;
- Ваши физические данные;
- Вашу фотографию;
- Причины, по которым Вы уходили с работы;
- Требования к зарплате;
- Имена людей, которые дают Вам рекомендацию (подготовьте этот список, он может пригодиться на собеседовании).

**В заключение проверьте Ваше резюме по следующим позициям:**



- Попросите кого–нибудь, кто хорошо владеет языком, на котором написано резюме, проверить его;
- В описании настоящей работы используйте глаголы в настоящем времени, например, работаю, проектирую;
- Соответственно при описании предыдущих мест работы используйте глаголы в прошедшем времени;
- Будьте последовательны: если Вы один раз использовали сокращение, используйте его во всем резюме (но лучше приводить все наименования полностью);
- Избегайте длинных фраз и мудреных слов;
- Четко выделите необходимые заголовки;
- Проследите, чтобы Ваше резюме было оформлено в одном стиле
- Выбирайте стиль, который легко читается (большие поля, не мелкий шрифт, достаточное расстояние между строками и т. п.);
- Очень важно уместить Ваше резюме на одной, максимум на двух страницах;
- Будьте уверены, что Вы сможете подтвердить всю информацию, которую Вы включили в резюме.

**Неплохо составить резюме на двух языках. Разумеется, к резюме на иностранном языке предъявляются те же требования относительно оформления, грамотности и стилистического единства, что и к резюме на русском языке.**

**Идя на собеседование, обязательно помните о следующем:**

Чаще всего соискатель приходит подготовленным, через интернет получив список вопросов для собеседования. В результате собеседования превращается в хорошо отрепетированный спектакль. Ловкие кандидаты, умеющие красиво говорить, выглядят в глазах работодателя превосходно, даже если они ему абсолютно не подходят. По данным исследований, в среднем лишь 1 из 5 новых сотрудников достигает успеха на рабочем месте

(всего 19%). И все же есть один вопрос, ответ на который нельзя отрепетировать. С его помощью есть шанс получить искренний ответ. Это вопрос: «Как бы вы решили имеющуюся у нас проблему?».

Выслушав ответ, задав наводящие вопросы, работодатель точно узнает, какого сотрудника он получит. В качестве бонуса он получит свежие идеи о том, как решить свои насущные проблемы, даже если кандидат в конечном счете не станет у него работать.

## 4.2. ТРУДОУСТРОЙСТВО НА РАБОТУ

Итак, Вы успешно прошли собеседование, и Вас приняли на работу.

Конституция РФ защищает право своих граждан на труд. Поэтому отношения в сфере занятости строго регламентируются законодательством. Осуществляется официальное трудоустройство по Трудовому кодексу РФ, с соблюдением установленного порядка и правил.

**Трудоустройство на работу.** Трудоустройство на работу представляет собой процесс замещения должности на государственном или частном предприятии, предоставленной центром занятости или найденную самостоятельно. Специально уполномоченные органы часто помогают гражданам подобрать подходящую вакансию, исходя из подготовки, имеющейся профессии и опыта.

Основное значение устройства на работу через центр занятости, заключается в следующем:

- реализация закрепленного законом права на труд;
- помощь хозяйствующим субъектам в поиске специалистов, рабочей силы, квалифицированных мастеров для организации процесса;
- предоставление консультации относительно возможности переподготовки или профессионального обучения при наличии вакансий на рынке;
- сокращение времени поиска подходящей работы.

Прием в штат людей связан с заключением **трудового договора**, который будет в дальнейшем регулировать отношения работника и компании. Подписывается он только тогда, когда достигнуто согласие относительно графика выхода, заработной платы, социальных гарантий.

Правила трудоустройства регламентированы законодательством, поэтому работодатель обязан их строго соблюдать. Любые нарушения приведут к штрафным санкциями и привлечению к ответственности должностных лиц.

Основной закон о трудоустройстве ФЗ №1032–1 от 19.04.1991 г. «О занятости населения в РФ».

**При приеме на работу молодому специалисту необходимо знать о разных видах занятости:**

**Постоянная основа.** Права и обязанности сторон строго урегулированы законом и трудовым договором, поэтому они максимально защищены. Особенно это касается социальных гарантий для граждан. Из заработной платы регулярно делаются страховые отчисления в Пенсионный фонд и Фонд социального страхования. В случае потери работы всегда можно рассчитывать на получение пособия по безработице, при болезни – компенсации, а при достижении пенсионного возраста пенсии.

**По контракту.** Такой вид занятости не предполагает отчисления из заработной платы, вся сумма гражданину выдается на руки. Налоговые и страховые платежи необходимо осуществлять самостоятельно. Это означает также, что рассчитывать на возмещение больничного или оплачиваемый отпуск не приходится.

**Совместительство.** Предполагает выполнение другой оплачиваемой деятельности в свободное от основной занятости время. Например, ночные дежурства в качестве сторожа.

**Частичная занятость.** Один из самых низкооплачиваемых разновидностей труда. Используется в большинстве случаев в качестве подработки для студентов, несовершеннолетних лиц, мам в декрете,

пенсионеров и других категорий граждан, не имеющих возможность работать полный день.

**Волонтерство.** Персонал не получает за эту деятельность заработную плату, так как выполняет ее на добровольной основе. Она подходит для учащихся в период обучения, поскольку позволяет получить бесценный опыт в нужной области и принести пользу людям.

**Свободный график.** Сюда же включается удаленная работа, которая не предполагает постоянного нахождения в офисе. Выполнение поставленных задач осуществляется сотрудником в любое удобное для него время, в том числе из дома.

Каждый вид трудоустройства имеет свои преимущества и недостатки. Граждане, оформленные по бессрочному договору, могут получать в банках кредиты на более выгодных условиях. Частичная занятость освобождает больше личного времени, что важно, когда есть дети. Работа по контракту предполагает заработную плату в несколько раз выше.

**Порядок приема на работу.** Осуществляется трудоустройство согласно ТК РФ после проведенного собеседования с лицом и ознакомления с предоставленным резюме. Для определения наличия нужных навыков и знаний, наниматель может потребовать пройти тестирование. Обычно оно заключается в испытательном сроке, который не длится дольше 3-х месяцев. В процессе приема на работу компания обязана соблюсти определенный порядок, регламентированный ст. 68 ТК РФ. Он состоит из следующих этапов:

- Предоставление сотрудником пакета документов для официального его оформления. Согласно ст. 65 ТК РФ, к ним относятся паспорт, трудовая книжка, свидетельство/диплом/сертификат о получении образования, СНИЛС, ИНН, военный билет.
- Написание заявления гражданином о приеме на работу, с указанием должности и даты начала трудовой деятельности.

- Ознакомление нового сотрудника с локальными актами компании, коллективным договором, расписанием работы, должностной инструкцией.
- Составление и подписание трудового договора в двух экземплярах, по одному для каждой стороны.
- Оформление приказа о приеме на работу нового сотрудника, ознакомление с распоряжением заинтересованных лиц.
- Внесение записи в трудовую книжку, после чего сдача ее в кадровый отдел для хранения.
- Оформление личной карточки сотрудника, с внесением всех ключевых сведений, в том числе и о деятельности на других предприятиях.

**Особые случаи при трудоустройстве.** Некоторым категориям граждан сегодня сложно трудоустроиться из-за своего социального статуса. Несмотря на то, что трудовое законодательство всячески защищает льготников, наниматели их берут не охотно. Это связано с некоторыми сложностями, которые возникают при их регистрации.

Основными из них выделяют:

- **Несовершеннолетние.** Недопустим прием лиц в возрасте до 18 лет с испытательным сроком, кроме этого они обязаны регулярно проходить медицинский осмотр за счет работодателя. Если гражданину нет еще и 16 лет, то оформлять его без разрешения родителя нельзя. Кроме этого компания, согласно положениям ТК, обязана предоставить таким работникам сокращенный рабочий день, синхронизированный с учебным процессом;
- **Инвалиды.** Для получения льгот при трудоустройстве гражданину потребуется просто представить справку. Продолжительность рабочей недели для них не должна быть более 35 часов. Запрещены командировки, внеурочные выходы или ночные смены. Отпуск для них предусмотрен в 30 календарных дней. Брать период отдыха без

сохранения заработной платы по семейным обстоятельствам допустимо до 60 дней в году.

**Права и обязанности работника и предприятия.** Права и обязанности работника регламентированы ст. 21 ТК РФ. Законодательство максимально защищает гражданина, поэтому после подписания трудового договора он может рассчитывать на добросовестное выполнение нанимателем своих функций. Они обычно закключаются в следующем:

- Возможность подписания и расторжения соглашения с предприятием по собственному желанию;
- Предоставление рабочего места и работы, в рамках оговоренной контрактом должности;
- Полноценный отдых в перерывах между сменами;
- Своевременная и полная оплата труда;
- Обязательное социальное страхование и предоставление других предусмотренных законом гарантий;
- Возможность объединения и вступления в профсоюзы;
- Защита своих прав и свобод в суде, при появлении спорных моментов.

Со своей стороны сотрудник обязуется добросовестно выполнять свои трудовые функции, соблюдать установленные правила распорядка на предприятии и требования охраны труда, бережно относиться к имуществу предприятия и оповещать руководство при появлении ситуаций, угрожающих жизни людей или порче вещей, товара.

Работодатель также несет обязанность перед гражданином, так как обеспечивает его всем необходимым оборудованием, инструментом и материалом для выполнения поставленных задач. Кроме этого он несет ответственность за своевременную выдачу заработной платы и предоставления всех положенных законом социальных гарантий.

В свою очередь работодатель вправе требовать от персонала выполнения поставленных задач, высокой производительности труда, повышения квалификации в случае модернизации технологического

процесса. При необходимости проводится проверка соответствия, и если персонал не проходит тестирование, то его освобождают от занимаемой должности.

Каждый человек имеет право на трудоустройство в зависимости от имеющейся у него квалификации, опыта и образования. При оформлении работодатель обязан учесть социальный статус гражданина и соблюсти установленный порядок устройства, сроки приема документов и подписания договора.

**На что нужно обратить внимание при трудоустройстве.** В процессе трудоустройства на работу важно быть предельно внимательным, чтобы не допустить ошибок и не попасть в неприятную ситуацию. Поэтому всегда важно знать определенные правила и основные моменты, на которые стоит обращать в первую очередь свое внимание во время трудоустройства на работу.

**1) Сначала внимательно читайте, а потом подписывайте.**

Во время трудоустройства на работу Вы должны настроиться серьезно и быть предельно внимательны, особенно, когда Вам дают на подпись какие-либо документы. Обязательно, прежде чем ставить свою подпись, все внимательно прочитайте! Если Вы с чем-то не согласны, то попросите изменить или внести какие-либо корректировки, а после изменения, еще раз подробно изучите документ и если Вас все устраивает, то ставьте подпись. Также, если Вам что-то принесли в нескольких экземплярах, то внимательно изучите каждый, а потом, если согласны со всеми условиями, то ставьте подпись.

**2) Документируйте все то, что обговаривали на собеседовании со своим руководителем!**

Если Вам что-то пообещал Ваш непосредственный руководитель на собеседовании, то обязательно вспомните об этом во время трудоустройства. Не стоит верить своему руководителю на слово, так как в большинстве случаях Вас могут просто обмануть. Поэтому, всегда требуйте

документального подтверждения того, что обговаривали на собеседовании, чтобы у Вас были доказательства.

### **3) Не идите на поводу у отдела кадров!**

Если в процессе трудоустройства Вам постоянно говорят: «У нас так положено!», «Это общий документ!», «Это у всех в трудовых договорах написано!» и т.д., то не стоит им верить и, тем более, доверять. Всегда отстаивайте свои права! К примеру, на собеседовании с руководителем, Вам удалось успешно обсудить вопрос о заработной плате и Вам озвучили оклад 30 000 рублей, а во время трудоустройства в трудовом договоре Вы заметили, что там указано 20 000 рублей, а на Ваше возражение Вам отвечают: «Это у всех сотрудников так написано! Это нормально!», то в таком случае, попросите вызвать своего непосредственного начальника и требуйте, чтобы внесли изменения. Если же Вы действительно обсуждали данную заработную плату на собеседовании, то Ваш руководитель сообщит отделу кадров о том, что необходимо внести корректировку и исправить документ. Если же Ваш будущий начальник скажет, то же самое, что и сотрудники кадров, то есть, откажется вносить изменения, то смело разворачивайтесь и уходите из этой компании, так как это скорей всего мошенники.

Всегда приучите себя к тому, чтобы в процессе трудоустройства на работу в компанию не доверять и не верить абсолютно никому! Постоянно проверяйте все, прежде чем ставить подпись. Не верьте никому на слово, даже генеральному директору, всегда требуйте документального подтверждения заранее обговоренных моментов или условий. При этом, если в процессе трудоустройства Вас начнут торопить или постоянно дергать по пустякам, то не стоит вообще ничего подписывать! Вы должны быть уверенным в себе и уметь всегда отстаивать свою позицию и свои права. Скажите сразу, что Вам требуется время для изучения документов и не подписывайте ничего, пока все не прочитаете полностью!



Таким образом, Вы сможете не допустить ошибок во время трудоустройства на работу и, тем более, не попасть в неприятную ситуацию.

### 4.3. ТРУДОВОЙ КОДЕКС

**Трудовой кодекс РФ** – свод законов о труде, с помощью которых регулируются трудовые отношения между работниками и работодателями. С помощью этих законов устанавливаются основные права и обязанности сторон, участвующих в трудовом процессе.

С помощью ТК создаются оптимальные условия для труда и находится соглашение в трудовых спорах по законам. ТК гарантирует работникам право на защиту достоинства, социальное страхование, возмещение вреда, причиненного здоровью работника в процессе труда.

Трудовой кодекс РФ был принят в действие 30.12. 2001 года и имеет обозначение 197–ФЗ. В процессе использования ТК по мере необходимости в него вносятся изменения и дополнения, связанные с новыми требованиями трудовой жизни.

Работодатели должны знать положения Трудового кодекса для того, чтобы обеспечить все права работников и избежать ненужных конфронтаций и конфликтов с работниками. При этом почти все возникающие конфликты между двумя сторонами, участвующими в трудовом процессе, можно уладить с помощью ТК.

Основные положения ТК надо представлять и молодым людям, которые только вступают в трудовую деятельность. Зная свои права и обязанности, описанные в ТК, они смогут правильно оценить правильность заключаемого с работодателем трудового договора.

Точное знание ТК необходимо для тех людей, которые часто сталкиваются с практическим применением кодекса. Это касается работников отдела кадров, руководителей предприятий и компаний, сотрудников отдела охраны труда.

Таким образом, с помощью ТК РФ регулируется весь спектр взаимоотношений, существующих в процессе трудовой деятельности.

Рассмотрим несколько статей ТК, которые непосредственно будут касаться молодых специалистов.

### **Статья ТК РФ Статья 15. Трудовые отношения**

**Трудовые отношения** – отношения, основанные на соглашении между работником и работодателем о личном выполнении работником за плату трудовой функции (работы по должности в соответствии со штатным расписанием, профессии, специальности с указанием квалификации; конкретного вида поручаемой работнику работы) в интересах, под управлением и контролем работодателя, подчинении работника правилам внутреннего трудового распорядка при обеспечении работодателем условий труда, предусмотренных трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, коллективным договором, соглашениями, локальными нормативными актами, трудовым договором.

### **Статья 16 ТК РФ. Основания возникновения трудовых отношений**

Трудовые отношения возникают между работником и работодателем на основании трудового договора, заключаемого ими в соответствии с настоящим Кодексом.

### **Статья 20 ТК РФ. Стороны трудовых отношений**

**Сторонами трудовых отношений являются работник и работодатель.**

**Работник** – физическое лицо, вступившее в трудовые отношения с работодателем.

**Работодатель** – физическое лицо либо юридическое лицо (организация), вступившее в трудовые отношения с работником. В случаях, предусмотренных федеральными законами, в качестве работодателя может выступать иной субъект, наделенный правом заключать трудовые договоры.

## **Статья 56 ТК РФ. Понятие трудового договора. Стороны трудового договора**

**Трудовой договор** – соглашение между работодателем и работником, в соответствии с которым работодатель обязуется предоставить работнику работу по обусловленной трудовой функции, обеспечить условия труда, предусмотренные трудовым законодательством. Сторонами трудового договора являются работодатель и работник.

## **Статья 57 ТК РФ. Содержание трудового договора**

### **В трудовом договоре указываются:**

- Фамилия, имя, отчество работника и наименование работодателя (фамилия, имя, отчество работодателя – физического лица), заключивших трудовой договор;
- Сведения о документах, удостоверяющих личность работника и работодателя – физического лица;
- Идентификационный номер налогоплательщика (для работодателей, за исключением работодателей – физических лиц, не являющихся индивидуальными предпринимателями);
- Сведения о представителе работодателя, подписавшем трудовой договор, и основание, в силу которого он наделен соответствующими полномочиями;
- Место и дата заключения трудового договора.

Обязательными для включения в трудовой договор являются следующие условия:

- Место работы;
- Трудовая функция;
- Дата начала работы;
- Условия оплаты труда;
- Режим рабочего времени и времени отдыха;
- Условия труда на рабочем месте.

## **Статья 58 ТК РФ. Срок трудового договора**

### **Трудовые договоры могут заключаться:**

- 1) на неопределенный срок;
- 2) на определенный срок не более пяти лет (срочный трудовой договор), если иной срок не установлен настоящим Кодексом и иными федеральными законами.

Если в трудовом договоре не оговорен срок его действия, то договор считается заключенным на неопределенный срок.

## **Статья 63 ТК РФ. Возраст, с которого допускается заключение трудового договора**

Заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста шестнадцати лет, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом, другими федеральными законами.

## **Статья 65 ТК РФ. Документы, предъявляемые при заключении трудового договора**

Лицо, поступающее на работу, предъявляет работодателю:

- паспорт или иной документ, удостоверяющий личность;
- трудовую книжку и (или) сведения о трудовой деятельности (статья 66.1 настоящего Кодекса), за исключением случаев, если трудовой договор заключается впервые;
- документ, подтверждающий регистрацию в системе индивидуального (персонифицированного) учета, в том числе в форме электронного документа;
- документы воинского учета – для военнообязанных и лиц, подлежащих призыву на военную службу;
- документ об образовании и (или) о квалификации или наличии специальных знаний – при поступлении на работу, требующую специальных знаний или специальной подготовки;

- справку о наличии (отсутствии) судимости и (или) факта уголовного преследования либо о прекращении уголовного преследования по реабилитирующим основаниям;
- справку о том, является или не является лицо подвергнутым административному наказанию за потребление наркотических средств или психотропных веществ без назначения врача либо новых потенциально опасных психоактивных веществ.

### **Статья 66 ТК РФ. Трудовая книжка**

**Трудовая книжка** установленного образца является основным документом о трудовой деятельности и трудовом стаже работника. В трудовую книжку вносятся сведения о работнике, выполняемой им работе, переводах на другую постоянную работу и об увольнении работника, а также основания прекращения трудового договора и сведения о награждениях за успехи в работе. Сведения о взысканиях в трудовую книжку не вносятся, за исключением случаев, когда дисциплинарным взысканием является увольнение.

### **Статья 68 ТК РФ. Оформление приема на работу**

**Прием на работу оформляется приказом** (распоряжением) работодателя, изданным на основании заключенного трудового договора. Содержание приказа (распоряжения) работодателя должно соответствовать условиям заключенного трудового договора.

Приказ (распоряжение) работодателя о приеме на работу объявляется работнику под роспись в трехдневный срок со дня фактического начала работы. По требованию работника работодатель обязан выдать ему надлежаще заверенную копию указанного приказа (распоряжения).

При приеме на работу (до подписания трудового договора) работодатель обязан ознакомить работника под роспись с правилами внутреннего трудового распорядка, иными локальными нормативными актами, непосредственно связанными с трудовой деятельностью работника, коллективным договором.

## **Статья 77 ТК РФ. Общие основания прекращения трудового договора**

### **Основаниями прекращения трудового договора являются:**

- 1) соглашение сторон (статья 78 настоящего Кодекса);
- 2) истечение срока трудового договора (статья 79 настоящего Кодекса), за исключением случаев, когда трудовые отношения фактически продолжаются и ни одна из сторон не потребовала их прекращения;
- 3) расторжение трудового договора по инициативе работника (статья 80 настоящего Кодекса);
- 4) расторжение трудового договора по инициативе работодателя (статьи 71 и 81 настоящего Кодекса).

Трудовой договор может быть прекращен и по другим основаниям, предусмотренным настоящим Кодексом и иными федеральными законами.

## **Статья 114 ТК РФ. Ежегодные оплачиваемые отпуска**

Работникам предоставляются **ежегодные отпуска** с сохранением места работы (должности) и среднего заработка.

## **Статья 115 ТК РФ. Продолжительность ежегодного основного оплачиваемого отпуска**

Ежегодный основной оплачиваемый отпуск предоставляется работникам продолжительностью 28 календарных дней. Ежегодный основной оплачиваемый отпуск продолжительностью более 28 календарных дней (удлиненный основной отпуск) предоставляется работникам в соответствии с настоящим Кодексом и иными федеральными законами.

## **Статья 129 ТК РФ. Основные понятия и определения**

**Заработная плата** (оплата труда работника) – вознаграждение за труд в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества и условий выполняемой работы, а также компенсационные выплаты (доплаты и надбавки компенсационного характера, в том числе за работу в условиях, отклоняющихся от нормальных, работу в особых климатических условиях и на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, и иные выплаты компенсационного характера) и стимулирующие выплаты

(доплаты и надбавки стимулирующего характера, премии и иные поощрительные выплаты). **Тарифная ставка** – фиксированный размер оплаты труда работника за выполнение нормы труда определенной сложности (квалификации) за единицу времени без учета компенсационных, стимулирующих и социальных выплат. **Оклад (должностной оклад)** – фиксированный размер оплаты труда работника за исполнение трудовых (должностных) обязанностей определенной сложности за календарный месяц без учета компенсационных, стимулирующих и социальных выплат.

### **Статья 189 ТК РФ. Дисциплина труда и трудовой распорядок**

**Дисциплина труда** – обязательное для всех работников подчинение правилам поведения, определенным в соответствии с настоящим Кодексом, иными федеральными законами, коллективным договором, соглашениями, локальными нормативными актами, трудовым договором. Работодатель обязан в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, коллективным договором, соглашениями, локальными нормативными актами, трудовым договором создавать условия, необходимые для соблюдения работниками дисциплины труда. Трудовой распорядок определяется правилами внутреннего трудового распорядка. **Правила внутреннего трудового распорядка** – локальный нормативный акт, регламентирующий в соответствии с настоящим Кодексом и иными федеральными законами порядок приема и увольнения работников, основные права, обязанности и ответственность сторон трудового договора, режим работы, время отдыха, применяемые к работникам меры поощрения и взыскания, а также иные вопросы регулирования трудовых отношений у данного работодателя.

### **Квалификация работника и профессиональный стандарт**

**Статья 195.1 ТК РФ. Понятия квалификации работника, профессионального стандарта**

**Квалификация работника** – уровень знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы работника, установленная в форме присвоения ему определенной квалификации (например, бакалавр по направлению «Техносферная безопасность»).

Современное трудовое законодательство выделяет **9 уровней квалификации работников:**

<b>Уровни</b>	<b>Требования к квалификации работника</b>	<b>Способы получения</b>
1 уровень	Выполнение стандартных заданий. Элементарные фактические знания.	Инструктаж. Опыт работы в рамках данной квалификации.
2 и 3 уровни	Выполнение стандартных и типовых заданий.	Начальное профессиональное образование. Переподготовка.
4 и 5 уровни	Низшее звено руководства. Умение руководить группой и нести ответственность за результаты ее работы.	Среднее профессиональное образование по специальности. Начальное профессиональное образование по основной госпрограмме в сочетании с переподготовкой.
6 уровень	Среднее звено руководства. Работа по управлению группой сотрудников или структурным подразделением. Умение – внедрение технологических и методических решений.	Высшее образование по программе бакалавриата. Среднее специальное образование.
7 уровень	Высшее звено руководства. Управление организацией или подразделением. Навыки управления и стратегического планирования.	Высшее образование по программе специалитета или магистратуры.
8 и 9 уровни	Высшие должности в крупных корпорациях и государственных структур.	Высшее образование по программам магистратуры или специалитета, а также окончание аспирантуры – стажировки.

**Критерии оценки квалификации работников.** При собеседовании рекрутинг–менеджеры пользуются четырьмя группами критериев:



**Профессиональные критерии** – уровень профессиональных знаний и умений, а также опыт работы и результаты труда.

**Деловые критерии.** Это уровень ответственности сотрудника, его организованность и инициативность.

**Морально–психологические критерии.** Способность сотрудника к критическому анализу своей работы. Честность, порядочность, психологическая устойчивость работника.

**Специфические критерии.** Индивидуальные особенности работника: состояние здоровья, роль в коллективе, авторитет среди коллег и т.д.

#### **Методы оценки квалификации работников:**

1. **Аттестация** – комплексная методика оценки знаний, умений и навыков. Она включает оценку личностных характеристик работника. Данные для анализа получают из материалов личного дела и характеристики сотрудника, подготовленной руководителем структурного подразделения.
2. **Метод МВО (management by objectives)** – метод оценки квалификации, распространенной за рубежом. Суть метода – оценка эффективности работы сотрудника на основе достаточных результатов за определенный период. Методика учитывает процентное соотношение вклада каждого работника в достижение общей цели.
3. **Метод РМ (performance management)** – в основном методике лежит не только оценка результата, но и способы его достижения. Методика позволяет сделать прогноз карьерного роста работника на основании анализа затраченных усилий и общего потенциала работника.

#### **Алгоритм проведения оценки квалификации:**

**Процедура аттестации** заключается в заполнении сотрудником оценочного листа. Лист содержит вопросы, выявляющие уровень базовых знаний по специальности и конкретной должности. В лист включают также вопросы, раскрывающие личностные характеристики работника. Характеристика сотрудника, личное дело и индивидуальный план развития

прикладываются к оценочному листу. Это дает возможность комплексной оценки квалификации работника.

*Процедура оценки методами МВО и РМ* проходят в форме собеседования между сотрудниками и руководителем. Предварительно руководитель отдела готовит пакет документов, необходимых для оценки квалификации работника.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. Кто такой рекрутер и как с ним может столкнуться выпускник высшего учебного заведения?
2. Что такое резюме и какова его структура?
3. Каким Федеральным законом руководствуются при приеме граждан на работу?
4. Какие бывают виды занятости?
5. В каком порядке происходит прием на работу?
6. Какие бывают особые случаи при трудоустройстве?
7. Каковы права и обязанности работника?
8. На что нужно обращать внимание при трудоустройстве?
9. Что такое Трудовой Кодекс?
10. Что такое трудовые отношения?
11. Каково содержание трудового договора?
12. Что такое трудовая книжка и что в нее записывается?
13. Что такое заработная плата и тарифная ставка?
14. Что такое трудовая дисциплина и трудовой распорядок?
15. Какие вы знаете критерии оценки квалификации работников?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бакалавры по техносферной безопасности относятся к одним из самых востребованных специалистов, так как государству и предприятиям нужны люди, умеющие контролировать безопасные условия труда, снизить вероятность травм на производстве, обеспечить защиту населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, минимизировать негативные последствия воздействия промышленных объектов на окружающую среду. Для нужд человечества постоянно требуются различные ресурсы, начиная от пищи и заканчивая полезными ископаемыми. Количество промышленных и сельскохозяйственных объектов растет даже в период экономического кризиса. Поэтому специалисты с области техносферной безопасности все более желанные сотрудники в государственном и частном секторах.

Техносферная безопасность – весьма перспективное направление. Почти все молодые специалисты без труда находят место для работы. Список профессий, осваиваемых на основе данного направления, позволяет устроиться как на небольшое предприятие, как и на крупный промышленный комплекс государственного значения.

# **ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА, ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ПРИ НАПИСАНИИ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ**

## **ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ**

- «О занятости населения в Российской Федерации» от 19.04.1991 г. №1032–1.
- «Защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 г. №68–ФЗ
- «Гражданской обороне» от 12.02.1998 №28–ФЗ.
- «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 г. №116–ФЗ.
- «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7–ФЗ.
- «О санитарно – эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 г. №52–ФЗ.

## **ПОСТАНОВЛЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПРИКАЗЫ**

- «О классификации чрезвычайных ситуация природного и техногенного характера» от 13.09.1996 г. №1094, от 21.04.2007 №304.
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.03.2016 г. №246 «Об утверждении федерального и государственного образовательного стандарты высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондарев Л.Г. История природопользования: Учебное пособие/ Л.Г. Бондарев; Моск. гос. ун–т им. М.В.Ломоносова. Геогр.фак. – М.: Изд–во Моск. ун–та, 1999. – 96 с.
2. Бондарев Л. Г. Техногенез – новый фактов в развитии природы Земли // Земля и Вселенная. 1996. №1. С. 30–37.
3. Вернадский В. Н. О науке. Т. 1. Научное знание. Научное творчество. Научная мысль. – Дубна: «Феликс», 1997. – 576 с.
4. Емлин Э. Ф. Техногенез колчеданных месторождений / Э.Ф.Емлин. – Свердловск: Изд – во Урал. ун–та, 1991. – 255 с.
5. Реймерс Н. Ф. Теоремы экологии // Наука и жизнь. 1992. №10. С. 130–137.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

## Приложение № 1

### ДОЛЖНОСТНАЯ ИНСТРУКЦИЯ ИНЖЕНЕРА ПО ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

#### 1. Общие положения

1.1. Настоящая должностная инструкция определяет должностные обязанности, права и ответственность лица, занимающего должность инженера по промышленной безопасности ПАО «Жизнь».

1.2. Инженер по промышленной безопасности назначается на должность и освобождается от занимаемой должности в установленном трудовым законодательством порядке приказом директора организации с представления руководителя службы охраны труда.

1.3. Инженер по промышленной безопасности непосредственно подчиняется руководителю службы охраны труда.

1.4. Требования к образованию и обучению лица, назначаемому на должность инженера по промышленной безопасности: высшее (техническое) образование – специалитет, магистратура. Дополнительные профессиональные программы – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки. Повышение квалификации по направлению профессиональной деятельности в области промышленной безопасности не реже одного раза в пять лет.

1.5. Требования к опыту работы: по направлению профессиональной деятельности не менее трех лет.

1.6. Инженер по промышленной безопасности должен знать:

## Приложение

- Законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, нормативные документы в области промышленной безопасности, в т. ч. основы управления промышленной безопасностью в организации (обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда, организация системы управления промышленной безопасностью, организация производственного контроля, основы предупреждения аварий и инцидентов, документация и отчетность по промышленной безопасности);
- Положения и требования законодательства Российской Федерации в области промышленной безопасности опасных производственных объектов;
- Положения и требования правил организации и осуществления производственного контроля соблюдения требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте;
- Меры предупреждения воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- Средства индивидуальной и коллективной защиты и порядок их применения;
- Инструкции по охране труда работников опасного производственного объекта;
- Производственные инструкции работников опасного производственного объекта;
- Требования и порядок разработки локальных нормативных актов в области промышленной безопасности;
- Положения и требования Градостроительного кодекса Российской Федерации;
- Алгоритм функционирования технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, предусмотренный технической документацией изготовителя;
- Инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте;

- Производственную и организационную структуру организации, основные технологические процессы и режимы производства; виды применяемого оборудования и правила его эксплуатации;
- Основные положения и требования нормативных правовых актов, устанавливающих порядок обслуживания опасных производственных объектов;
- Органы и организации, осуществляющие надзор и контроль в сфере промышленной безопасности, и их функции;
- Процедуры и порядок проведения технического освидетельствования, контрольных испытаний, диагностирования оборудования, работающего под избыточным давлением, применяемых на опасных производственных объектах, технологических трубопроводов, зданий и сооружений

## **2. Функциональные обязанности**

На инженера по промышленной безопасности возлагаются следующие функции:

2.1. Организация мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта.

2.2. Организация подготовки и контроль обучения и аттестации работников опасного производственного объекта.

2.3. Организация контроля соблюдения требований промышленной безопасности и законодательства Российской Федерации о градостроительной деятельности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта.

2.4. Осуществление производственного контроля соблюдения требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте.

2.5. Организация и проведение мероприятий по техническому освидетельствованию, диагностированию, экспертизе промышленной безопасности, техническому обслуживанию и планово–предупредительному



ремонту сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте.

2.6. Организация и осуществление мероприятий по подготовке, обучению и аттестации работников опасного производственного объекта.

2.7. Организация и осуществление мероприятий по предотвращению и локализации аварий и инцидентов, а также устранению причин и последствий аварий и инцидентов на опасном производственном объекте, снижению производственного травматизма.

2.8. Расследование, учет и анализ несчастных случаев на производстве, аварий и инцидентов.

2.9. Контроль обеспечения готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте.

2.10. Обеспечение требований промышленной безопасности при выводе опасного производственного объекта в ремонт или на консервацию и/или ликвидации опасного производственного объекта.

### **3. Должностные обязанности**

Для выполнения возложенных на него функций инженер по промышленной безопасности должен:

3.1. Проведение идентификации опасного производственного объекта в соответствии с признаками и классами опасности, установленными законодательством Российской Федерации о промышленной безопасности опасных производственных объектов.

3.2. Подготовка карты учета опасного производственного объекта, сведений, характеризующих опасный производственный объект, и комплекта документов для регистрации опасного производственного объекта в государственном реестре опасных производственных объектов.

3.3. Подготовка документов для заключения договора страхования гражданской ответственности владельца опасного производственного объекта.

3.4. Организация контроля проведения экспертизы промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением, и (или) подъемных сооружений, применяемых на опасном производственном объекте, а также оценки соответствия требованиям промышленной безопасности перед вводом в эксплуатацию опасного производственного объекта.

3.5. Организация работы комиссии по проверке готовности оборудования к пуску в работу и организации надзора за его эксплуатацией.

3.6. Организация лицензирования деятельности в области промышленной безопасности.

3.7. Организация и контроль обучения работников опасного производственного объекта.

3.8. Организация и контроль подготовки и аттестации работников организации в области промышленной безопасности.

3.9. Контроль проведения инструктажей (вводных, первичных, плановых, внеплановых, целевых) по соблюдению требований безопасности при эксплуатации опасного производственного объекта и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте.

3.10. Разработка и утверждение положения об осуществлении производственного контроля соблюдения требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте.

3.11. Разработка и утверждение плана работы по осуществлению производственного контроля в подразделениях эксплуатирующей организации.

3.12. Разработка и утверждение ежегодного плана мероприятий по обеспечению промышленной безопасности.

3.13. Информирование работников о состоянии промышленной безопасности на рабочих местах, существующих рисках, а также о мерах по защите работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов.

3.14. Организация и проведение проверок состояния промышленной безопасности на опасном производственном объекте.

3.15. Контроль соблюдения работниками опасного производственного объекта требований промышленной безопасности.

3.16. Контроль состояния средств коллективной защиты работников.

3.17. Контроль выполнения организационно–технических мероприятий по результатам производственного контроля подразделений организации; повторные проверки для подтверждения устранения выявленных нарушений.

3.18. Организация и проведение комплексных и целевых проверок состояния промышленной безопасности на опасном производственном объекте, выявление опасных факторов на рабочих местах.

3.19. Анализ состояния промышленной безопасности на опасном производственном объекте.

3.20. Пересмотр и разработка локальных положений в области промышленной безопасности для совершенствования системы управления промышленной безопасностью в организации.

3.21. Контроль выполнения предписаний органов государственного контроля и надзора за соблюдением требований, действующих нормативных правовых актов, правил и инструкций в области промышленной безопасности.

3.22. Составление и предоставление отчетов организации в области промышленной безопасности по установленной форме.

3.23. Контроль своевременного проведения необходимых испытаний и технических освидетельствований технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, ремонта и поверки контрольных средств измерений.

3.24. Контроль соблюдения технологической дисциплины.

3.25. Контроль своевременного проведения экспертизы промышленной безопасности.

3.26. Подготовка документов для проведения экспертизы промышленной безопасности.

3.27. Выявление потребностей в обучении работников в области промышленной безопасности.

3.28. Контроль сроков и периодичности обучения и предаттестационной подготовки, проверки знаний и аттестации работников организации в области промышленной безопасности.

3.29. Методическая помощь подразделениям по организации инструктажа, производственного обучения (стажировки) и проверки знаний работников по промышленной безопасности.

3.30. Методическая помощь руководителям структурных подразделений организации в составлении программ производственного обучения (стажировки) работников безопасным приемам и методам работы.

3.31. Организация и контроль проведения инструктажей (вводных, первичных, плановых, внеплановых, целевых) по соблюдению требований безопасности при эксплуатации опасного производственного объекта и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте.

3.32. Участие в комиссии по проверке знаний работников организации в области промышленной безопасности.

3.33. Выявление причин аварий и инцидентов совместно с членами комиссии по техническому расследованию причин аварий и инцидентов.

3.34. Контроль учета аварий и инцидентов в организации.

3.35. Организация работы комиссии по расследованию несчастного случая, аварии, инцидента.

3.36. Разработка мероприятий по предотвращению аварий и инцидентов.

3.37. Учет аварий и инцидентов в организации.

3.38. Допуск в установленном порядке к выполнению работ по ремонту, пусконаладке и регулировке замененного и отремонтированного

оборудования, приборов и устройств безопасности аттестованных ремонтных работников.

3.39. Допуск в установленном порядке к выполнению сварочных работ работников, аттестованных в соответствии с правилами сварочного производства.

3.40. Контроль наличия аттестации у ремонтных работников структурных подразделений работников организации.

3.41. Контроль выполнения ремонтных работ в структурных подразделениях работников организации.

#### **4. Права**

Инженер по промышленной безопасности имеет право:

4.1. Знакомиться с проектами решений руководства предприятия, касающимися его деятельности.

4.2. По согласованию с непосредственным руководителем привлекать к решению поставленных перед ним задач других работников.

4.3. Запрашивать и получать от работников других структурных подразделений необходимую информацию, документы.

4.4. Участвовать в обсуждении вопросов, касающихся исполняемых должностных обязанностей.

4.5. Требовать от руководства предприятия оказания содействия в исполнении своих должностных обязанностей и прав.

4.6. Останавливать работу на отдельных участках, машинах, механизмах при угрозе возникновения аварии или инцидента, несчастного случая на ОПО; отстранять от работы лиц, допустивших нарушения правил и норм безопасности и создающих угрозу возникновения аварии, инцидента или несчастного случая (через руководителей соответствующих подразделений) с немедленным уведомлением об этом своего непосредственного руководителя.

#### **5. Ответственность**

Инженер по промышленной безопасности несет ответственность:

5.1. За неисполнение или ненадлежащее исполнение своих обязанностей, предусмотренных настоящей должностной инструкцией – в пределах, определенных действующим трудовым законодательством Российской Федерации.

5.2. За правонарушения, совершенные в процессе осуществления своей деятельности – в пределах, определенных действующим административным, уголовным и гражданским законодательством Российской Федерации.

5.3. За причинение материального ущерба – в пределах, определенных действующим трудовым и гражданским законодательством Российской Федерации.

5.4. Невыполнение приказов, распоряжений и поручений вышестоящего руководства предприятия.

5.5. За несоблюдение правил внутреннего трудового распорядка, правил противопожарной безопасности и охраны труда, установленных на предприятии.

## **6. Взаимоотношения**

При исполнении своих должностных обязанностей инженер по промышленной безопасности осуществляет следующие взаимоотношения:

6.1. С руководителем службы охраны труда:

Инженер по промышленной безопасности получает:

– распоряжения, указания, приказы.

Инженер по промышленной безопасности передает:

– информацию о выполнении распоряжений, указаний, приказов, соответствующих своей деятельности;

– документацию по промышленной безопасности на согласование;

– информацию о нарушениях персоналом требований нормативных и правовых актов по промышленной безопасности;

– справки, служебные записки, отчеты и т.д.

6.2. С руководителями подразделений.

Инженер по промышленной безопасности получает:

- отчеты по выполнению предписаний;
- отчеты о выполнении приказов, директивных документов и других мероприятий по повышению надежности работы оборудования, улучшению состояния промышленной безопасности;
- объяснительные по вопросам нарушения требований нормативных и правовых актов по охране труда промышленной и пожарной безопасности;
- объяснительные по технологическим нарушениям в работе оборудования.

Инженер по промышленной безопасности передает:

- производственные инструкции;
- сведения о действующих и вновь вводимых нормативных правовых актах по промышленной безопасности, оперативному и техническому обслуживанию и ремонту оборудования, работе с персоналом;
- информационные письма, оперативные указания и др. материалы контролирующих государственных служб в области надежности промышленной безопасности;
- руководящие документы (приказы, распоряжения...);
- норматив обеспечения персонала средствами коллективной защиты;
- предписания, мероприятия по устранению замечаний, выявленных в ходе проверки рабочих мест, работающих бригад;
- информацию о технологических нарушениях, авариях;

6.3. Со всеми структурными подразделениями, службами и отделами ПАО «Жизнь» инженер по промышленной безопасности взаимодействует в соответствии с их задачами.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ  
всерьезно-методическому

С.А. Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

### ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки  
*20.03.01 Техносферная безопасность*

квалификация выпускника: **бакалавр**

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Авторы: Болтыров В.Б., д.г.-м.н., профессор; Бобина Т.С., старший преподаватель

Екатеринбург  
2021



## Введение

Данные методические рекомендации необходимы для студентов бакалавриата по направлению подготовки **20.03.01 Техносферная безопасность** при организации самостоятельной работы по дисциплине «Техногенное загрязнение ОС» в рамках подготовки контрольной работы.

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

### Организация выполнения контрольной работы

Выполнение контрольной работы призвано стимулировать самостоятельную работу студентов по изучению основ экономической теории; оно направлено на формирование знаний порядка нормирования и контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; способов и средств предотвращения поступления загрязняющих веществ в природную среду; способов и средств восстановления качества основных компонентов природной среды., 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 содержание вопроса, затем дается ответ.

Каждый вариант контрольной работы включает 2 задания:

*Задачи*, требующие приведения всего хода решения.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЯ. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ОХРАНА ПРИРОДЫ

Природопользование — это использование полезных для человека свойств окружающей природной среды — экологических, экономических, культурных, оздоровительных. Природопользование осуществляется в различных формах — экономической (ведущая форма), экологической, культурно-оздоровительной. Выделяют общее и специальное природопользование.

Загрязнение среды обитания – привнесение в окружающую среду и возникновение в ней новых вредных химических, физических, биологических, информационных агентов.

Загрязнитель – субъект воздействия (физический агент, химическое вещество или биологический вид) на окружающую среду, количество которого выше естественного уровня.

Тяжесть воздействия загрязняющих веществ определяют три фактора:

- 1) их химическая природа, то есть насколько они активны и вредны для человека, растений и животных.
- 2) концентрация – содержание загрязнителя на единицу объема или массы воздуха, воды или почвы.
- 3) устойчивость-продолжительность существования загрязнителя в воздухе, воде и почве.

Одна из классификаций загрязнений, основанная на системном подходе, сделана Георгием Вадимовичем Стадницким и Алексеем Ивановичем Родионовым (1988). Авторы под загрязнением понимают любые нежелательные для экосистем антропогенные

изменения и делят его на ингредиентное, параметрическое, биоценотическое и стационально-деструкционное.

Ингредиентное загрязнение — совокупность веществ, количественно или качественно чуждых естественным биогеоценозам (бытовые стоки ядохимикаты и удобрения, продукты сгорания).

Параметрическое загрязнение - изменение качественных параметров окружающей природной среды (шумовое, тепловое, световое, радиационное, электромагнитное).

Биоценотическое загрязнение - воздействия, вызывающие нарушение в составе и структуре популяций живых организмов (перепромысел, направленная интродукция и акклиматизация видов).

Стационально-деструкционное загрязнение (от слов станция — место обитания популяции, деструкция — разрушение) — воздействие, приводящее к нарушению и преобразованию ландшафтов и экосистем в процессе природопользования (вырубка лесов, эрозия почв, зарегулирование водотоков, урбанизация).

Качество природной среды – это степень соответствия среды жизни человека его потребностям (такое состояние ее экологической системы, при котором постоянно происходят обменные процессы энергии и веществ между природой и человеком на уровне, обеспечивающем воспроизводство жизни на Земле).

Нормирование качества окружающей природной среды — установление показателей и пределов, в которых допускается изменение этих показателей (для воздуха, воды, почвы).

Норма — это мера воздействия.

Предельно допустимой нормой являются законодательно устанавливаемые допустимые размеры воздействия человека на природу или среду обитания.

Основные экологические нормативы качества окружающей среды следующие:

1. Нормативы качества (санитарно-гигиенические): предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ; предельно допустимый уровень (ПДУ) вредных физических воздействий: радиации, шума, вибрации, магнитных полей.

2. Нормативы воздействия (производственно-хозяйственные): предельно допустимый выброс (ПДВ) вредных веществ; предельно допустимый сброс (ПДС) вредных веществ.

3. Комплексные нормативы: предельно допустимая экологическая антропогенная нагрузка на окружающую среду.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Мониторинг окружающей среды — система наблюдения, оценки и прогнозирования состояния окружающей человека природной среды. Различают мониторинг глобальный и региональный, импактный и фоновый.

Глобальный мониторинг — слежение за развитием общемировых процессов (например, состоянием озонового слоя, изменением климата).

Региональный (локальный) мониторинг — слежение за природными процессами и явлениями в пределах какого-то региона (например, контроль за состоянием воздуха в городах).

Фоновый (базовый) мониторинг — слежение за природными явлениями и процессами, протекающими в естественной обстановке, без антропогенного влияния. Осуществляется на базе биосферных заповедников.

Импактный мониторинг — слежение за антропогенными воздействиями в особо опасных зонах.

Мониторинг осуществляется с помощью различных технических средств, в том числе авиационной и космической техники, и с помощью биоиндикаторов, т.е. каких-либо живых организмов по наличию, состоянию и поведению

которых можно судить об изменении в окружающей среды (например, лишеноиндикация).

Биоиндикация (bioindication) – метод определения качества среды обитания организмов по видовому составу и показателям количественного развития видов биоиндикаторов и структуре образуемых ими сообществ.

Биоиндикаторы загрязнения (bioindicators of contamination):

1) организмы, которые поглощают (накапливают) токсические вещества и способны в силу этого быть показателями загрязненности воды данным веществом;

2) организмы, свидетельствующие о загрязненности воды. По набору таких организмов в водоеме судят о качестве воды.

Мониторинг атмосферного воздуха – слежение за состоянием воздушной оболочки земли и предупреждение о критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей, животных и растений.

Для оценки качества атмосферного воздуха используется суммарный индекс загрязнения атмосферы - ИЗА - по пяти основным загрязняющим веществам, имеющим среднегодовые концентрации выше предельно допустимых концентраций (ПДК): оксид углерода, диоксид азота, сажа, формальдегид, бенз/а/пирен.

Мониторинг водных ресурсов – система непрерывного и комплексного отслеживания состояния водных ресурсов, контроля и учета количественных и качественных характеристик.

Важнейшими характеристиками водной среды являются уровень воды, глубина, скорость водотока, температура, цвет водной поверхности, степень минерализации (солености), биомасса.

Система наблюдений за состоянием и качеством водной среды относится к области гидрометеорологии и осуществляется на постах наблюдения.

Для оценки качества воды используют индекс загрязнения воды (ИЗВ)- характеризуют среднее содержание основных загрязняющих веществ в долях ПДК и кислородный режим водоема. Оставшиеся параметры (три для морских и пять для речных вод) - это концентрации загрязняющих веществ, содержание которых в долях ПДК наибольшее. В соответствии с полученным значением индекса ИЗВ определяется качество воды (табл.1).

Таблица 1. Критерии качества воды на основании индекса ИЗВ

Класс качества	Текстовое описание	Величина ИЗВ
1	Очень чистая	<0,2
2	Чистая	0,2 - 1,0
3	Умеренно загрязненная	1,0 - 2,0
4	Загрязненная	2,0 - 4,0
5	Грязная	4,0 - 6,0
6	Очень грязная	6,0 - 10,0
7	Чрезвычайно грязная	> 10

Под биотестированием (bioassay) обычно понимают процедуру установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов. Для биотестирования используются различные гидробионты - водоросли, микроорганизмы, беспозвоночные, рыбы. Наиболее популярные объекты - ювенальные формы (juvenile forms) планктонных ракообразных-фильтраторов *Daphnia magna*, *Ceriodaphnia affinis*. Семидневный тест на суточной молоди цериодафии

*Ceriodaphnia affinis* позволяет за более короткий срок (7 сут.), чем на *Daphnia magna* (21 сут.) дать заключение о хронической токсичности воды.

Жизненная функция или критерий токсичности (*toxicity criterion*), используемые в биотестировании для характеристики отклика тест-объекта на повреждающее действие среды.

Тест-функции, используемые в качестве показателей биотестирования для различных объектов:

1) для инфузорий, ракообразных, эмбриональных стадий моллюсков, рыб, насекомых - выживаемость (смертность) тест-организмов.

2) для ракообразных, рыб, моллюсков - плодовитость, появление аномальных отклонений в раннем эмбриональном развитии организма, степень синхронности дробления яйцеклеток.

3) для культур одноклеточных водорослей и инфузорий - гибель клеток, изменение (прирост или убыль) численности клеток в культуре, коэффициент деления клеток, средняя скорость роста, суточный прирост культуры.

4) для растений - энергия прорастания семян, длина первичного корня и др.

## **ЭКОЛОГО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Экологическое право — совокупность норм и правоотношений, регулирующих отношения в сфере взаимодействия общества и природы.

Под экологическими правами человека понимаются признанные и закрепленные в законодательстве права индивида, обеспечивающие удовлетворение разнообразных потребностей человека при взаимодействии с природой.

Любой субъект, вступающий в те или иные правоотношения, обладает определенным статусом, который представляет собой совокупность прав и обязанностей такого субъекта, закрепленных в законодательстве. В ст. 42 Конституции РФ перечислены основные группы экологических прав граждан и иных физических лиц, в том числе их право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Возможности граждан обеспечивать соблюдение и защищать свои экологические права возрастают при объединении усилий путем создания экологических организаций, наделенных более широкими полномочиями, чем отдельные граждане.

Экологические правоотношения - общественные отношения, возникающие в сфере взаимодействия общества и природы и урегулированные нормами экологического права. Основаниями возникновения правоотношений являются юридические факты.

Юридические факты - это конкретные жизненные факты, с которыми нормы права связывают возникновение, изменение или прекращение правовых отношений. По волевому признаку все юридические факты делятся на события и действия.

События - такие юридические факты, наступление которых не зависит от воли субъектов правоотношения (например, стихийные бедствия). События подразделяются на абсолютные (не зависят от воли кого-либо) и относительные (связаны с действиями человека).

Действия - это факты, которые зависят от сознания и воли людей. Причем бездействие - это пассивное действие с точки зрения юриспруденции. Действия подразделяются на правомерные (или позитивные) и неправомерные (или негативные), что есть правонарушения. Надо отметить, что действие - это наиболее распространенное основание возникновения экологических правоотношений.

Содержание правоотношений составляют субъективные юридические права и обязанности.

Субъективное право - это мера дозволенного поведения, обеспечиваемая государством.

Юридическая обязанность - это мера должного поведения, обеспеченная государством.

Содержание прав и обязанностей в конечном итоге зависит от состава участников правоотношения и объекта этого отношения.

Субъектами экологических правоотношений являются:

- государство - в лице компетентного органа;
- юридические лица;
- физические лица, воздействующие на природную среду с целью ее потребления, использования, воспроизводства либо охраны;

- хозяйствующие субъекты - предприятия, учреждения, организации, воздействующие на природную среду, в том числе граждане, занимающиеся предпринимательской деятельностью, а также граждане, осуществляющие общее или специальное природопользование.

По содержанию прав и обязанностей все субъекты экологического правоотношения подразделяются на четыре категории:

1) природопользователи - носители прав и обязанностей по рациональному использованию природных ресурсов и охране природной среды;

2) органы представительной и исполнительной власти, специально уполномоченные органы государства, имеющие право на регулирование использования природных ресурсов и на контроль за охраной природной среды;

3) общественные объединения экологического профиля;

4) органы судебно-прокурорского надзора, осуществляющие надзор за законностью экологических правоотношений.

Объектами экологических правоотношений являются природные объекты и комплексы.

## **Комплект вариантов контрольной работы 1.**

### **ТЕМЫ № 1-4**

#### **ВАРИАНТ 1**

##### *Задача №1.*

На предприятии произошел аварийный выброс загрязняющих веществ. Граждане, проживающие вблизи предприятия, обратились к его администрации с требованием о возмещении ущерба, причиненного указанным выбросом (загрязнение садовых и огородных культур во время их цветения и резкое снижение урожайности на загрязненных участках). Они предъявили соответствующие справки, свидетельствующие о причинении ущерба, выданные органами местного самоуправления. Руководство предприятия отказалось от возмещения причиненного ущерба, ссылаясь на то, что в соответствии с Законом «Об охране окружающей среды» предприятие регулярно вносит платежи за выбросы и сбросы загрязняющих веществ, а также освоило значительные средства на природоохранные мероприятия (в частности, модернизированы очистные сооружения на источниках загрязнения).

Дайте оценку правомерности требований граждан к администрации предприятия и обоснованности ее ответа.

### *Задача №2.*

К загрязнению атмосферы относят накопление в воздухе пыли (твердых частиц). Она образуется при сжигании твердого топлива, при переработке минеральных веществ и в ряде других случаев. Атмосфера над сушей загрязнена в 15-20 раз больше, чем над океаном, над небольшим городом в 30-35 раз, а над большим мегаполисом в 60-70 раз больше. Пылевое загрязнение атмосферы несет вредные последствия для здоровья человека.

Почему?

## **ВАРИАНТ 2**

### *Задача №1.*

Местными средствами массовой информации объявлено о предполагаемом строительстве оборонно-промышленного предприятия на территории закрытого административно-территориального образования. Документация по обоснованию места расположения предприятия предоставлена на государственную экологическую экспертизу в Ростехнадзор. Граждане, проживающие в зоне возможного воздействия объекта, сочли целесообразным проведение общественной экологической экспертизы, ссылаясь на Закон «Об охране окружающей среды», «Об экологической экспертизе» и ст. 42 Конституции РФ. Местная общественная экологическая организация обратилась к администрации административно-территориального образования с требованием о регистрации общественной экологической экспертизы, однако получила отказ в регистрации.

Дайте правовую оценку действиям сторон.

### *Задача №2.*

Количество злокачественных опухолей у коренного населения некоторых арктических районов оказывается заметно выше среднего. Исследователи связывают этот факт с резким увеличением поступления в организм людей на Севере радиоактивных веществ по цепи питания: лишайник – олень – человек.

Как вы это понимаете?

## **ВАРИАНТ 3**

### *Задача №1.*

В результате длительных ливневых дождей навоз из навозохранилища агрофирмы племсовхоза «Делийский» попал на огороды жителей ближайшего села Дмитровское, а также в протекающую рядом с селом речку Полянку. Группа жителей села обратилась к председателю агрофирмы с требованием возместить ущерб, причиненный загрязнением личных огородов и садов, а также моральный ущерб (исключена возможность купания и водопользования в бытовых целях). Председатель агрофирмы отказался удовлетворить требования граждан, мотивируя это тем, что навозохранилище сооружено в соответствии с проектной документацией, а его прорыв является чрезвычайной ситуацией, обусловленной природным явлением (ливневыми дождями).

Дайте правовую оценку действиям граждан и аргументам председателя агрофирмы. Как гражданам следует защищать свои права в подобных случаях?

### *Задача №2.*

Массовый характер приобретает отравление водоплавающих птиц в Европе и Северной Америке свинцовой дробью. Утки проглатывают дробинки, как гастролиты – камушки, способствующие перетиранию пищи в желудке. Всего шесть дробинок среднего

размера могут стать причиной смертельного отравления кряквы. Меньшие порции отрицательно влияют на размножение.

Какие последствия для популяции уток и для человека могут иметь такие явления?

#### **ВАРИАНТ 4**

##### *Задача №1.*

На городской свалке произошло возгорание твердых бытовых отходов. Загрязняющие вещества, оказавшись в атмосферном воздухе, отрицательно воздействовали на садовые и огородные культуры граждан, в результате чего они практически лишились урожая, т.е. им был причинен материальный ущерб.

Скажите, какой орган обязан возместить ущерб, причиненный гражданам? В какой орган им следует обратиться в защиту своих интересов?

##### *Задача №2.*

Существующие проекты сероулавливающих установок позволяют превратить крупные города в источники производства серосодержащих соединений, например, серной кислоты. При утилизации 90% сернистого газа, выбрасываемого ныне в атмосферу, можно получать до 170-180 тонн серной кислоты в сутки во время отопительного сезона в расчете на город с пятисоттысячным населением.

Какой природный принцип учтен в таких проектах? Какое значение для здоровья человека имеет реализация подобных проектов?

#### **ВАРИАНТ 5**

##### *Задача №1.*

Из-за аварии на энском УПО «Химпром» произошел сброс фенола в реку. В течение недели около 150 тыс. жителей города употребляли отравленную фенолом воду, чем был нанесен вред их здоровью. В интересах города и граждан природоохранный прокурор предъявил иск в суд к УПО «Химпром».

Ответьте, вправе ли суд взыскать с названного УПО штраф в пользу граждан города в счет возмещения вреда, причиненного их здоровью?

##### *Задача №2.*

Стоки городов всегда имеют повышенную кислотность. Загрязненные поверхностные стоки могут проникать в подпочвенные воды.

К каким последствиям это может привести, если под городом располагаются меловые отложения и известняки?

### **Комплект вариантов контрольной работы 2.**

#### **ТЕМЫ № 1-4**

#### **ВАРИАНТ 1**

##### *Задача №1.*

Мастер транспортного цеха СМУ «Жилстрой» г. Дубинска Хромов, чтобы избежать ответственности за простой цистерны с эмульсом, являющимся разновидностью нефтепродуктов, дал указание рабочим слить 16 т эмульсола в овраг, по дну которого течет ручей, впадающий в пруд. В свою очередь, пруд через реку

сообщается с рекой Волгой. Тем самым была загрязнена река Волга. По оценке экспертов, ущерб составил 22 млн руб.

К какому виду ответственности может быть привлечен Хромов? Имеются ли основания для возбуждения уголовного дела?

*Задача №2.*

В зонах повышенного увлажнения около 20% удобрений и ядохимикатов, вносимых в почву, попадает в водотоки.

Какое значение для здоровья людей имеют такие стоки? Предложите пути защиты здоровья людей в населенных пунктах, использующих воду из данных водотоков.

## **ВАРИАНТ 2**

*Задача №1.*

Решением городского Комитета по охране окружающей среды заместитель директора завода, отвечающий за экологическую безопасность, был подвергнут штрафу в размере 100 тыс. руб. за превышение заводом стандартов 60 и нормативов качества окружающей природной среды. Арбитражный суд, куда обратился заместитель директора завода, отменил решение Комитета, указав, что подобный состав правонарушения отсутствует в Кодексе об административных правонарушениях.

Ваше мнение.

*Задача №2.*

Сотни гектаров сельскохозяйственных угодий имеют засоленные почвы (почвы с избытком солей). Соли придают почве щелочность. При высокой щелочности почвы растения плохо растут, резко снижается урожай. Выяснилось, что соли, содержащиеся в почве, можно нейтрализовать разными веществами, например:

- а) однопроцентным раствором уже использованной серной кислоты, которую обычно выливают на свалку, нанося природе вред;
- б) дефекатором, являющимся отходом в сахарном производстве;
- в) железным купоросом – побочным продуктом металлургических комбинатов.

Какой принцип природы учитывается человеком при борьбе с засолением почв? Какое значение для природы имеет такой подход?

## **ВАРИАНТ 3**

*Задача №1.*

Решением главного санитарного врача города директор завода «Электрокабель», его заместитель, главный механик и главный инженер были подвергнуты штрафу в размере десятикратного ежемесячного оклада каждый за превышение заводом установленных нормативов выбросов загрязняющих веществ и причинение вреда здоровью граждан. Кроме того, материалы на виновных лиц были направлены в прокуратуру для привлечения виновных к уголовной ответственности по ст. 223 УК.

При каких условиях лица, виновные в совершении административного экологического правонарушения, могут быть привлечены к уголовной ответственности по ст. 223 УК? В чем состоит отграничение экологического преступления по ст. 223 УК от аналогичного состава экологического административного проступка по КоАП?

*Задача №2.*

Применение ядохимикатов для борьбы с сорняками и насекомыми-вредителями сельского хозяйства, с одной стороны, дает прирост урожая, с другой – приводит к гибели



ни в чем не повинных животных. К тому же сотни видов вредителей приспособились к ядохимикатам и плодятся, как ни в чем не бывало (клещи, клопы, мухи...).

Почему применение ядохимикатов приводит к гибели животных разных видов? Почему может сформироваться приспособленность насекомых-вредителей к ядохимикатам?

#### **ВАРИАНТ 4**

##### *Задача №1.*

По многолетним наблюдениям, урожайность сельскохозяйственных культур на земельных угодьях сельскохозяйственных кооперативов и крестьянских хозяйств, расположенных в зоне действия выбросов металлургического комбината, на 25% ниже, чем в других хозяйствах данного района. Опираясь на эти данные, местная администрация вынесла решение об ограничении экологически вредной деятельности завода (закрытии участка литейного цеха). Завод отказался выполнить это решение, пояснив, что выброс вредных веществ в атмосферу им осуществляется в пределах, установленных ему органами охраны окружающей среды.

Какие меры защиты интересов природопользователей предусмотрены законодательством?

##### *Задача №2.*

Оказывается, не все болота одинаковые. Есть верховые болота, расположенные на водоразделах, они питаются только атмосферными осадками. В верховых болотах с толщиной торфа около 5 метров на каждые 100 гектаров площади приходится примерно 4,5 миллиона кубометров воды, причем чистой. Низинные болота, расположенные главным образом в поймах рек, питаются богатыми грунтовыми водами.

Выскажите свое мнение относительно осушения болот.

#### **ВАРИАНТ 5**

##### *Задача №1.*

Рабочие сортировочной железнодорожной станции, примыкающей к площадке Усть-Каменогорского свинцово-цинкового комбината (12 человек), пострадали в результате отравления атмосферного воздуха мышьяковистым и фтористым водородом.

Проверкой установлено: отравление рабочих произошло в тот момент, когда на комбинате имело место грубейшее нарушение технологии переработки мышьяковосодержащих продуктов. Комбинат иска не признал. Он считает, что подобные загрязняющие вещества выбрасываются в атмосферный воздух и другими предприятиями данного региона.

Какое значение для компенсации вреда здоровью имеет причинная связь между нанесенным вредом и поведением причинителя вреда?

##### *Задача №2.*

Каждый человек ежедневно имеет дело с продуктами, которые быстро становятся отходами. Для их удаления в квартирах существует мусоропровод, пластмассовые мешки или обычное помойное ведро, а также – канализация.

В среднем каждый житель выбрасывает в мусоропровод ежедневно от 0,5 до 2 кг только домашних или бытовых отходов. Когда выбрасывается 1 кг отходов, то считается, что выбрасывается еще 25, т.к. в процессе производства использованного человеком продукта уже возникло 25 кг отходов. Таким образом, весь процесс производства, вся наша экономика – это на самом деле гигантская машина по производству отходов.

Определите количество отходов, выбрасываемых городом – в 100 тысяч человек: а) за день; б) за неделю; в) за год.

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Уральский государственный горный университет»



В. Б. Болтыров, Л. А. Стороженко, Т. С. Бобина

# Техногенное загрязнение окружающей среды

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для  
обучающихся направления  
20.03.01 Техносферная безопасность

Утверждено Редакционно-издательским советом  
Уральского государственного горного университета  
в качестве методического пособия

Екатеринбург – 2019

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией

Горно-технологического факультета УГГУ

« 19 » апреля 2019 г.

Председатель комиссии

Колчина Н.В.

В. Б. Болтыров, Л. А. Стороженко, Т. С. Бобина

## ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Методические указания по организации самостоятельной работы и  
задания для обучающихся направления  
20.03.01 Техносферная безопасность*

## **УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!**

Методические указания по организации самостоятельной работы и выполнения заданий созданы Вам в помощь для работы на занятиях и во внеурочное время.

Наличие положительной оценки (отметки о выполнении) каждого вида самостоятельной работы необходимо для получения зачета по дисциплине Техногенное загрязнение окружающей среды и допуска к экзамену, поэтому в случае невыполнения работы по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за самостоятельную работу Вы должны найти время для ее выполнения или передачи.

Внимание! Если в процессе выполнения заданий для самостоятельной работы возникают вопросы, разрешить которые Вам не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	7
1.1. Актуальность проблемы.....	7
1.2. Общая характеристика техногенного загрязнения окружающей среды .....	22
1.3. Источники техногенного загрязнения окружающей среды.....	27
1.4. Классификация источников техногенного загрязнения окружающей среды .....	44
РАЗДЕЛ 2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ И АЭРОЗОЛЯМИ .....	54
РАЗДЕЛ 3. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ.....	64
РАЗДЕЛ 4. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РАДИОНУКЛИДАМИ .....	77
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	95

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Техногенное загрязнение окружающей среды» составлены на основании рабочей учебной программы, которая является частью программы подготовки бакалавров в соответствии ФГОС ВО по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность.

Методические указания содержат конспект лекций и контрольные вопросы для самоконтроля.

Основной целью методических указаний является оказание методической помощи по организации самостоятельной работы обучающихся для расширения, углубления и закрепления знаний и умений обучающихся, а также формирования следующих компетенций:

*общепрофессиональных:*

– способностью ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности (ОПК-3);

*профессиональных:*

*в организационно-управленческой деятельности:*

– готовностью использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики (ПК-9).

Трудоемкость, предусмотренная учебным планом и рабочей учебной программой для организации самостоятельной работы обучающихся, составляет 116 часов по очной форме обучения и 166 часов по заочной форме обучения с учетом сложности и объема изучаемого материала. При планировании преподавателем пропорционально распределен объем СРС по отдельным элементам или видам работ, исходя из общего объема часов, выделенных на самостоятельную работу.

Самостоятельная работа обучающихся проводится с целью:

- систематизации и закрепления практического опыта, умений и знаний, общих и профессиональных компетенций, определенных в качестве основополагающих требованиями ФГОС ВО по дисциплинам;
- формирования готовности к поиску, обработке и применению информации для решения профессиональных задач;
- развития познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную и специальную литературу;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной деятельности.



# РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

## 1.1. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Научно-технический прогресс (НТП) – это непрерывный и сложный процесс открытия и использования новых знаний и достижений в жизни человека и общества. В результате НТП происходит развитие и совершенствование всех элементов производительных сил и производственных отношений.

В своем развитии НТП прошел несколько этапов. Первый этап – первая промышленная революция конца XVII – начала XIX века. Он характеризовался переходом к машинному производству.

Второй этап – вторая промышленная революция конца XIX – начала XX века. Развитие производительных сил на машинной основе, изменение энергетической основы производства, развитие науки на базе техники, переход к стадии автоматизации производства, создание новых отраслей промышленности.

Третий этап – третья промышленная революция середины XX века, переросшая в научно-техническую революцию (НТР), положившую начало коренному качественному преобразованию производительных сил на основе превращения науки в ведущий фактор производства, непосредственную производительную среду.

Четвертый этап начал складываться в последние десятилетия XX века, основными чертами которого являются технологии на основе электроники, внедрении новых видов энергии, комплексная автоматизация и роботизация производства, развитие космических и информационных технологий, разработка и использование новых материалов, геновая инженерия.

В итоге на нашей планете произошли глобальные изменения в хозяйственной и природных средах, что привело к изменению следующих показателей:

Год	1900	1990	2008
Численность населения, млрд. человек	~1	5	6,6
Валовой мировой продукт, млрд. дол. США	60	20000	62200
Мощность мирового хозяйства, ТВт	1	10	13
Потребление чистой первичной продукции биоты, %	1	40	-
Площадь, нарушенная хозяйственной деятельностью на суше, %	20	60	65

Из приведенных данных видно, что в XX веке на фоне демографического взрыва и урбанизации населения существенно выросло потребление продукции биоты, в десятки раз возросла мощность мировой экономики, в три раза увеличились освоенные человеком земли.

Благодаря НТР и имевшему место социальному и экономическому прогрессу существенно улучшились условия труда и качество жизни людей, в том числе выросли уровень здравоохранения, образования, социальной обеспеченности, культуры. Невиданно выросли масштабы производства промышленности и сельского хозяйства, обеспечение благосостояния людей, особенно в развитых странах.

Вместе с тем НТП, подняв качество человека и общества на его современный уровень, проявил свою оборотную, негативную сторону, выразившуюся в экологическом кризисе цивилизаций.

Понятие «экологический кризис» впервые появилось в 1972 г. на страницах первого доклада Римского клуба – авторитетной международной ассоциации по изучению глобальных проблем современности.

Зарождение экологического кризиса относится к середине XX века, когда рост потребностей человека и его производственной активности привели к тому, что масштабы возможного воздействия человека на природу стали соизмеримы с масштабами глобальных природных процессов. Недаром академик В. И. Вернадский называл человеческую деятельность великой геологической силой, преобразующей природу. Однако эта сила и нарушила «правила игры» во взаимодействии человека и природы, что и привело к экологическому кризису. В основе этого кризиса лежит нарушение биогеохимического круговорота в

результате разрушения и угнетения человеком естественных экосистем, неизбежно ведущее к нарушению устойчивости окружающей среды.

Правда, на вопрос, насколько опасна современная экологическая ситуация, ученые отвечают по-разному. Одни ученые (Н. Ф. Реймерс, Н. Н. Моисеев, В. А. Зубаков, Б. Коммонер, А. Печен и др.) считают, что современная ситуация представляет глобальный экологический кризис, который вскоре может привести к катастрофе. Другие (В. Г. Горняков, К. А. Кондратьев, К. С. Лосев, В. П. Казначеев и др.) считают, что мир уже вступил в глобальную экологическую катастрофу. Третьи (А. Ю. Брикен, С. Б. Лавров, Ю. П. Семиверстов) считают, что на данный момент никакого глобального экологического кризиса нет, но есть лишь локальные экологические кризисы.

Как утверждает В. А. Зубаков, нынешний экологический кризис не первый, а пятый и самый глубокий. Первый кризис был в середине послеледникового периода примерно 50 тыс. лет назад. Это был кризис собирательства и примитивной охоты. Люди вышли из него, овладев технологией загонной охоты и огнем. Второй кризис возник в послеледниковый период около 10 тыс. лет назад, когда исчезла крупная мамонтовая фауна. Выход из этого кризиса был найден путем перехода к скотоводству и земледелию. Третий кризис предшествовал зарождению поливного земледелия. Он был скорее не глобальным, а региональным и закончился распространением бочарного земледелия (земли в зоне орошаемого земледелия, на которых сельхозкультуры выращиваемой без искусственного орошения). Четвертый кризис совпал с массовой вырубкой лесов на дрова и под сельхозугодья. Этот кризис завершился промышленной революцией и переходом к использованию ископаемого топлива.

И, наконец, нынешний кризис начался с середины XX века. Это самый глубокий экологический кризис, имеющий все черты глобального. Для подтверждения достаточно перечислить основные экологические проблемы, принявшие глобальные масштабы и вполне осмысленно осознанные человечеством, независимо от континентов, а тем более стран его обитания:

- изменение химического состава атмосферного воздуха, вызывающее целый ряд самостоятельных, но тесно увязанных друг с другом экологических процессов и явлений, таких как загазованность атмосферы, рост «парникового эффекта», появление «дыр» в озоновом слое Земли, потепление климата, выпадение кислотных дождей, изменение ландшафтов и т. д.;
- загрязнение и истощение запасов гидросферы Земли, включая подземные и поверхностные воды суши, а также воды морей и океанов;
- комплекс литосферных экологических проблем;
- воздействие на окружающую среду отраслей экономики – промышленности, транспорта, жилищно-коммунального хозяйства, энергетики, сельского хозяйства и др.;
- урбанизация территорий, обусловленная разрастанием городов, возникновением агломераций и мегаполисов;
- повышенная радиация воздушной среды и отдельных территорий как следствие аварий на атомных электростанциях, функционирование АЭС и предприятий, производящих и перерабатывающих ядерное топливо, испытаний ядерного оружия, применения ядерных взрывов в мирных целях, быстрого накопления радиоактивных отходов и их захоронения;
- постоянно растущие количество и масштабы чрезвычайных ситуаций, обусловленных природными и техногенными катастрофами;
- деятельность военно-промышленного комплекса и вооруженных сил государств, связанная с испытанием оружия, складированием оружия массового поражения, организацией базирования атомных подводных лодок, надводных кораблей с ядерными энергетическими установками, размещением ракет с ядерными боеголовками и т. п.;
- эколого-социальные проблемы населения отдельных государств, регионов, территорий, рассматриваемые в экономическом, медико-экологическом и культурно-этническом аспектах.

Анализ перечисленных проблем, показывает, что абсолютное большинство из них носит антропогенный характер, является следствием негативного воздействия на природу человека, вооруженного техникой и научно-техническими знаниями. В табл. 1 показаны изменения окружающей среды в 1970-90-е годы и прогноз на 2030 г.

Таблица 1.

Изменение окружающей среды и ожидаемые тенденции до 2030 г.

Характеристика	Тенденция 1970-1990 гг.	Сценарий 2030 г.
Сокращение площади естественных экосистем	Сокращение со скоростью 0,5-1,0 % в год на суше; к началу 1990 г. их сохранилось около 40 %.	Сохранение тенденции, приближение к почти полной ликвидации на суше.
Потребление первичной биологической продукции	Рост потребления: 40 % на суше, 25 % - глобальный.	Рост потребления: 80-85 % на суше, 40-50 % - глобальный.
Изменение концентрации парниковых газов в атмосфере	Рост концентрации парниковых газов от десятых процента до первых процентов ежегодно.	Рост концентрации, ускорение роста CO и CH <sub>4</sub> за счет ускорения разрушения биоты.
Истощение озонового слоя, рост озоновой дыры над Антарктидой	Истощение на 1-2 % в год озонового слоя, рост площади озоновых дыр.	Сохранение тенденции даже при прекращении выбросов ХФУ к 2000 г.
Сокращение площади лесов, особенно тропических	Сокращение со скоростью от 117 (1980 г.) до 180±20 тыс. км <sup>2</sup> (1989 г.) в год; лесовосстановление относится к сведению лесов как 1:10.	Сохранение тенденции, сокращение площади лесов в тропиках с 18 (1990 г.) до 9-11 млн. км <sup>2</sup> , сокращение площади лесов умеренного пояса.
Опустынивание	Расширение площади пустынь (60 тыс. км <sup>2</sup> в год), рост техногенного опустынивания, токсичных пустынь.	Сохранение тенденции, возможен рост темпов за счет уменьшения влагооборота на суше и накопление поллюстантов в почвах.
Деградация земель	Рост эрозии (24 млрд. т ежегодно), снижение плодородия, накопление загрязнителей, закисление, засоление.	Сохранение тенденции, рост эрозии и загрязнения, сокращение сельскохозяйственных земель на душу населения.
Повышение уровня океана	Подъем уровня океана на 1-2 мм в год.	Сохранение тенденции, возможно ускорение подъема уровня до 7 мм в год.
Стихийные бедствия, техногенные аварии	Рост числа на 5-7 %, рост ущерба на 5-10 %, рост числа жертв на 6-12 % в год.	Сохранение и усиление тенденций.
Исчезновение биологических видов	Быстрое исчезновение биологических видов.	Усиление тенденции по мере разрушения биосферы.

Качественное истощение вод на суше	Рост объема сточных вод, точечных и площадных источников загрязнения, числа поллютантов и их концентрации.	Сохранение и нарастание тенденций.
Накопление поллютантов в средах и организмах, миграция в трофических цепочках	Рост массы и числа поллютантов, накопленных в средах и организмах, рост радиоактивности среды, «химические бомбы».	Сохранение тенденций и возможное их ускорение.
Ухудшение качества жизни, рост числа заболеваний, связанных с загрязнением окружающей среды (в том числе генетических), появление новых болезней	Рост бедности, нехватка продовольствия, высокая детская смертность, высокий уровень заболеваемости, необеспеченность чистой питьевой водой в развивающихся странах; рост числа генетических заболеваний, высокий уровень аварийности, рост потребления лекарств, рост числа аллергических заболеваний в развитых странах; пандемия СПИД в мире, понижение иммунного статуса.	Сохранение тенденций, рост нехватки продовольствия, рост числа заболеваний, связанных с экологическими нарушениями (в том числе генетических), расширение территории инфекционных заболеваний, появление новых болезней.

В докладе упоминавшегося выше Римского клуба, озаглавленном «Пределы роста», авторский коллектив под руководством американского кибернетика Д.Медоуза построил прогностическую модель мира, используя в качестве переменных факторов рост населения, капиталовложения, занятое человеком земное пространство (степень нарушенности экосистем), степень использования природных ресурсов, загрязнение биосферы. Выводы доклада сводились к следующему: при сохранении темпов роста и тенденции развития экономики человечество придет к катастрофе и погибнет в 2100 г. К этому времени большая часть населения вымрет от голода и истощения. Природных ресурсов не хватит на производство необходимых материальных благ; из-за загрязнений окружающая среда станет непригодной для обитания в ней человека.

Действительно, в последние десятилетия XX и начале XXI вв. мировая экономика, балансируя на грани самого глубокого и затяжного спада за всю

историю, переживает непростые времена. Ее буквально сотрясают энергетический, сырьевой и продовольственный кризисы, грандиозные социально-политические перемены планетарного масштаба. В этих условиях сохранение природы и рациональное природопользование стали одними из наиболее важных проблем, затрагивающих жизненные интересы всех народов. Они отражаются на многих сторонах современных международных политических и экономических отношений.

Природа в широком смысле слова – сложная саморегулирующаяся система земных предметов и явлений. Для человека природа – среда жизни и единственный источник существования. Как биологический вид он нуждается в определенных температуре, давления, составе атмосферного воздуха, природной воде с примесью солей, растениях и животных.

Человек пользуется природными ресурсами с моментами своего появления. Поскольку в течение долгих тысячелетий это потребление было незначительным и ущерб, наносимый природе, незаметным, в обществе укоренилось представление о неисчерпаемости ее богатств – ведь своей жизнедеятельностью человек влияет на окружающую среду не больше, чем другие живые организмы. Однако их влияние несравнимо с тем огромным воздействием, которое оказывает его трудовая деятельность, дающая ему возможность удовлетворять свои нужды на уровне гораздо более высоком, чем другие биологические виды.

Сегодня человечество достигло во всех областях науки и техники больших успехов, чем за всю историю своего развития. Это создало реальную возможность вовлекать в производство со все уменьшающимися затратами огромную массу природных ресурсов. Естественно, что в условиях роста населения громадный объем их использования без достаточно широкого воспроизводства приводит к их истощению. Речь идет в первую очередь о богатствах недр, которые извлекаются во много раз быстрее, чем идет естественное их накопление. Оказались загрязненными промышленными и бытовыми отходами атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды,

почвы. Вредные вещества накапливаются в растениях, организмах животных и вместе с пищей попадают в организм человека, создавая опасность для его здоровья.

Неумеренное, хищническое изъятие ресурсов оборачивается катастрофическим обеднением запасов недр и органического мира, вызывает нарушение структуры почвенного покрова, ухудшение состояния воздуха и воды. Сейчас эти явления стали типичными для многих стран, приобрели глобальный характер. В результате разрушается иллюзорное представление о бесконечности природных богатств. На смену ему приходит понимание, что необходимо расходовать их более бережно, что природе нужна охрана.

Актуальность перечисленных выше экологических проблем сделала их предметом обсуждения на самых высоких уровнях общества. На Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992) был декларирован принцип «sustainable development», который можно трактовать как «самоподдерживающееся развитие». Этот термин получил в настоящее время не только биологический, но и экономический смысл и используется как понятие «устойчивое развитие».

Главная проблема устойчивого развития общества – излишне высокий уровень потребления в промышленно развитых странах. Промышленная революция вовлекла весь мир в систему производства, нарушившую окружающую среду в глобальном масштабе. «Война против природы – самая фатальная война из всех в истории человечества, которая принесет жертв больше, чем за 2,5 миллиона предыдущих лет».

Опасность современного экологического кризиса состоит в том, что он ставит под угрозу возможность устойчивого развития человеческой цивилизации. Дальнейшая деградация природных систем ведет к утрате ее целостности и способности поддерживать качества окружающей среды, необходимые для жизни. Устойчивое развитие требует расширенного воспроизводства возобновляемых природных ресурсов для сохранения равенства условий и использования минерального сырья для ныне живущих и



будущих поколений. Преодоление кризиса возможно только на основе формирования нового типа взаимоотношений человека и природы, исключающих разрушение и деградацию окружающей среды.

В целом современная экологическая обстановка такова, что перед всеми, кто осуществляет научно-технический прогресс и использует его достижения, встало неотложное объективное требование: строго учитывать ранимость природы, не допускать превышения пределов возможности восстановления природных процессов, всесторонне и глубже изучать и знать сложные, диалектически взаимосвязанные природные явления, не обострять негативные противоречия с естественными закономерностями, чтобы не вызвать необратимых процессов в окружающей среде.

Во избежание всевозможных конфликтов, противоречий с природой необходимо осуществлять научно обоснованные прогнозы, которые бы дали возможность предвидеть и предсказывать характер последствий наших взаимоотношений с природой.

Могущество цивилизации, прежде всего, научно-технического прогресса, может быть использовано не только во благо, но и во вред, может служить источником смертельной опасности для всего живого на Земле. Печальными примерами могут служить взрывы атомных бомб в Нагасаки и Хиросиме, аварии на Чернобыльской и других атомных станциях, что, к сожалению, является не единственным проявлением мощности и современной цивилизации, способной поставить человечество и природу на грань катастрофы. Наибольшую опасность вызывают изменения, происходящие в атмосфере. По прогнозам они способны оказать влияние на климат планеты и на окружающую среду. Изменения, например, газового состава атмосферы может отрицательно подействовать на все живые организмы. И может случиться так, что, прежде всего человек окажется, не приспособлен к новому газовому составу атмосферы.

Одним из отрицательных последствий НТР является загрязнение биосферы. Промышленное и сельскохозяйственное производства обуславливают интенсивное антропогенное загрязнение природной среды,

которое отражается на состоянии популяций растений и животных, а также на состоянии здоровья людей. Многие вещества, загрязняющие окружающую среду, обладают особыми формами поражающего действия – тератогенным, иммунодепрессивным, эмбриотоксическим, канцерогенным и мутагенным. Генетическая активность поллютантов приводит к нарушению наследственных структур живых организмов и генетической структуры популяции. В связи с этим одной из центральных проблем биологии и медицины является оценка и регулирование уровней генетической опасности антропогенного загрязнения среды.

В 60-80 годах уходящего столетия наиболее масштабным и опасным экологическим «бичом» природной среды были пестициды. В 90-х годах и, особенно, в начале следующего столетия приоритетными загрязнителями становятся тяжелые металлы. На территории бывшего СССР расположено несколько антропогенных зон радиационного загрязнения. Наиболее крупные из них находятся вокруг ядерных полигонов Семипалатинска и Новой Земли, а также на территории Восточно-Уральского и Чернобыльского радиоактивных следов. Авария на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) создала экологическую ситуацию, имеющую ряд особенностей:

1. большую площадь загрязнения с различными, в некоторых регионах – довольно высоким уровнем радиации;
2. длительность загрязнения, обусловленную большими величинами периодов полураспада  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  (около 30 лет) и плутония (более 10 тыс. лет);
3. разнообразие радионуклидов, в результате которого происходит одновременное взаимодействие  $\alpha$ -, ( $\beta$ - и  $\gamma$ -излучений);
4. наличие на территории радиоактивного следа различных антропогенных химических загрязнений, обуславливающих сложную картину отклика биоты на совместное воздействие химических и физических факторов.

Создание современных средств связи и новых промышленных технологий, связанных с использованием мощных электромагнитных полей (ЭМП),

использование различных электрических приборов и установок в медицинской практике, быту и производстве обусловило значительное усиление воздействий ЭМП низкочастотного (НЧ), высокочастотного (ВЧ), сверхвысокочастотного (СВЧ) и крайне высокочастотного (КВЧ) диапазонов на живые организмы, в том числе и человека.

Высказаны предположения о том, что регистрируемый в последние годы рост числа онкологических заболеваний может зависеть (помимо прочих причин) и от антропогенного повышения электромагнитного загрязнения биосферы. Проведение дальнейших фундаментальных исследований биологических эффектов электромагнитных полей чрезвычайно актуально, т. к. имеет большое значение для понимания их роли в эволюционном развитии организмов и прежде всего человека.

Тяжелые металлы, ионизирующая радиация и ЭМП редко оказываются единственными фактором внешней среды, воздействующим на живые организмы. В сочетании с множеством других факторов, воздействующих на живые организмы, они обеспечивают генетические эффекты, которые могут сильно отличаться от простой суммы эффектов этих факторов при их изолированном воздействии. Именно поэтому необходим анализ сочетанного действия различных химических и физических факторов техногенного загрязнения окружающей среды.

В беднейших регионах мира примерно каждый пятый ребенок не доживает до пяти лет. Основной причиной их смерти являются заболевания, связанные с состоянием окружающей среды. От них ежегодно по всему миру умирают 11 млн. детей, что равно населению Норвегии и Швейцарии вместе взятых.

Каждый год в мире умирает 49 млн. человек. По данным ВОЗ примерно 75 % из этого числа – преждевременные смерти, связанные с плохим состоянием окружающей среды.

Россия занимает особое место в глобальных экологических процессах и является основной стабилизирующей силой в охране и восстановлении окружающей природной среды на планете. 60 % российских земель, еще не

тронутых хозяйственной деятельностью (Арктика, Восточная Сибирь, север Дальнего Востока и высокогорные страны), представляют чрезвычайную ценность не только для нашей страны, но и для всего человечества. Животный и растительный мир этих территорий является одним из особо значимых оставшихся на Земле природных ресурсов, поддерживающих существование развитых стран Европы, Азии и Америки. Неосвоенные территории России с ее природными богатствами – сдерживающий фактор глобального экологического кризиса. Потеря, истощение этих ресурсов означает для России неуклонное возрастание угрозы ее национальным интересам и безопасности граждан. Другие 40 % российских земель (центр и юг европейской части Российской Федерации, Средний и Южный Урал, Западная Сибирь, Поволжье), на которых проживает более 60 % населения страны, фактически являют собой картину экологического бедствия. От хронических заболеваний, вызванных тяжелой экологической обстановкой, ежегодно умирают от 300 до 350 тыс. человек.

Более чем в 40 регионах РФ загрязнение воды и воздуха достигает угрожающих размеров. Объем сточных вод в России составляет около 70 куб. км в год, а объем очищаемых вод из-за несостоятельности действующих очистительных сооружений – менее 3 куб. км. В подавляющем числе створов рек загрязненность вод квалифицируется как «загрязненная» и «грязная», а рр. Оке, Каме, Томи, Иртыше, Тоболе, Миассе, Исети, Туре, Урале как «очень грязная». Даже вода Невы загрязнена нефтепродуктами в 3-5 раз выше нормы, а в некоторых местах и в 10 раз.

Ежегодно в атмосферу поступает около 20 млн. т химических веществ от действующих предприятий и 17 млн. т – от транспорта. В стране насчитывается более 25 млн. единиц транспорта, к 2020 году их количество удвоится. В 206 городах среднегодовые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе превышает 10 ПДК. Самое высокое загрязнение атмосферного воздуха отмечается в Норильске, Нижнем Тагиле, Магнитогорске, Новокузнецке, Череповце. Задыхаются от автомобильных газов Москва, Санкт-Петербург,

Краснодар и некоторые другие города России. Только в Москве автотранспорт выбрасывает в атмосферу 1,2 млн. т вредных веществ за год.

На территории России суммарная активность радиоактивных отходов насчитывается в 4 млрд. кюри.

Обостряется проблема загрязнения почв, поверхностных и подземных вод нефтью и нефтепродуктами. Наиболее опасная ситуация наблюдается в северных районах страны – в Республике Коми, Тюменской и Томской областях, где располагаются основные нефтегазовые месторождения. Экологическими последствиями этой проблемы являются деструкция экосистемы тундры, истощение биологических ресурсов, загрязнение рек и озер и т. д. Сейчас общий объем загрязнений от нефтедобывающей отрасли составляет 1,2 млрд. т нефтеводных эмульсий. Каждый год дополнительно засоряется около 30 тыс. га земли. Угроза загрязнения исходит и от недостаточной экологически безопасной консервации отработанных скважин.

Как отмечает первый заместитель Председателя комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии И. Н. Никитчук общественность и руководители страны забили тревогу. Состоялось несколько крупных совещаний на уровне президента страны и председателя правительства на тему экологии. Принят ряд важных документов. А 2013 год был объявлен президентом годом сохранения окружающей среды.

Казалось бы, ориентиры заданы, надо к ним стремиться в рамках устойчивого развития экономики и общества в целом. Однако правительство вместе с большинством депутатов Государственной Думы зачастую принимают законы, которые не только улучшают экологическую ситуацию, а наоборот, ее усугубляют. Получается, что правая рука не знает, что делает левая...

Вот несколько примеров, касающихся обращения с отходами.

Федеральным законом от 30.12.2008 № 309 отменено лицензирование всех видов деятельности по обращению с отходами V класса опасности.

Федеральным законом от 04.05.2011 № 99 исключено лицензирование транспортировки отходов I-IV классов опасности.

Федеральным законом от 25.06.2012 № 93 исключены из лицензируемых видов деятельности сбор и использование отходов I-IV классов опасности.

Федеральным законом от 24.06.1998 № 89 отменено регулирование обращения с биологическими и медицинскими отходами.

Необходимо отметить, что практически все эти «новации» под флагом устранения «излишних административных барьеров» принимались без участия Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии.

В итоге сегодня хозяйствующий субъект, который осуществляет сбор, использование, транспортировку отходов, освобожден от обязанности получения лицензии на указанные виды деятельности. Как результат – полностью парализован лицензионный контроль на эти виды деятельности.

Образованные законодателем пробелы в экологическом и природоохранном законодательстве стали причиной резкого роста случаев незаконного размещения отходов: их сбрасывают в лесах, парках, сливают в водные объекты и т. д.

В Конституции России есть статья 58, которая предписывает: «Каждый обязан сохранять природную окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам». Приведенные примеры «законотворчества» в области охраны окружающей среды свидетельствуют о том, что российским законодателям «закон не писан!». Между тем в той же Конституции есть статья 42, которая гласит: «Каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду, а также на достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическими правонарушениями».

Таким образом, наряду с правом на благоприятную окружающую среду Конституция РФ закрепляет право каждого на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Аналогичное право закреплено в Законе РФ об охране окружающей природной среды.

Между тем проблемы обеспечения, соблюдения и защиты экологических прав граждан в России в практическом плане сейчас далеки от решения. Механизм защиты экологических прав граждан в России находится на начальной стадии формирования. Важнейшую роль в решении этих взаимосвязанных проблем будут играть такие факторы, как создание развитой системы современного экологического законодательства, последовательное обеспечение финансирования охраны окружающей среды, профессиональная подготовка управленческого аппарата, прокурорских работников и судей, а также политическая воля органов законодательной, исполнительной и судебной властей.

Среди наиболее эффективных путей решения экологических проблем необходимо выделить внедрение экологически эффективных и ресурсосберегающих технологий, сырья, продукции и оборудования, рациональное использование природных ресурсов.

В условиях текущего финансово-экономического кризиса одной из главных задач экологической политики становятся нормирование допустимого воздействия на окружающую среду на основе показателей наилучших доступных технологий (НТД).

НТД – концепция предотвращения и контроля загрязнения окружающей среды, разработанная и совершенствуемая мировым сообществом с 1970-х годов. Эта концепция основана на внедрении на предприятиях более качественных и экономически эффективных технологий, применимых для конкретной отрасли промышленности, с целью повышения уровня защиты окружающей среды.

В настоящее время в Российской Федерации осуществляется масштабная разработка нормативно-правовой базы по регламентации внедрения НТД. Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации № 2178-р от 31.10.2014 г. был утвержден поэтапный график создания в 2015-2017 гг. 7 информационно-технических отраслевых справочников НТД, которые будут включать в себя:

- Общую информацию о рассматриваемой области промышленности.
- Описание технологических процессов, используемых в настоящее время.
- Текущие уровни эмиссий в окружающую среду.
- Экономические аспекты реализации НДТ.
- Перспективные технологии.

Применение НДТ на предприятиях не только обеспечит поддержание конкурентоспособности российских предприятий и снизит риски введения торговых и иных ограничений для российских компаний по основаниям экологической безопасности, но и позволит корректировать действия хозяйствующих субъектов на основе финансовой мотивации к модернизации производства. Все это, в целом, приведет к улучшению экологической обстановки в Российской Федерации.

## **1.2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Под *загрязнением окружающей среды* понимают любое внесение в ту или иную экологическую систему не свойственных ей живых или неживых компонентов, физических или структурных изменений, прерывающих или нарушающих процессы круговорота и обмена веществ, потоки энергии со снижением продуктивности или разрушением данной экосистемы.

Эти нежелательные изменения свойств окружающей среды могут происходить под влиянием как естественных, так и искусственных (техногенных) источников. К естественным источникам относятся такие опасные природные явления как вулканические извержения, лесные и степные пожары, пыльные бури, вклад которых в общее загрязнение окружающей среды считается незначительным. Основными источниками загрязнения окружающей



среды считаются техногенные, связанные с производственной деятельностью человека.

Человек оказывает следующее воздействие на окружающую среду:

1. Изъятие из природы ее отдельных компонентов, использование природных ресурсов.
2. Выброс в природную среду отходов хозяйственной деятельности, загрязнение этой среды.
3. Преобразование природных комплексов в хозяйственных целях.

При этом различают:

— **Прямое воздействие** – непосредственное действие в отношении каких-либо компонентов природы (срубили лес, распахали степь – стало поле, освоили целину – получили урожай).

— **Косвенное воздействие** – следствие прямого воздействия (в результате почвы обедняются, из-за распашки происходит эрозия почвы, степь превращается в пустыню).

— **Комбинированное воздействие** – комбинация этих двух форм. Обычно любое воздействие на природу при тщательном рассмотрении оказывается комбинированным.

**Природные ресурсы** – *объекты, условия и процессы природы*, используемые (или которые могут быть использованы) человеческим обществом для удовлетворения материальных, научных и культурных потребностей общества. Природные ресурсы делятся на *исчерпаемые* (невозобновляемые, относительно возобновляемые, возобновляемые) и *неисчерпаемые* (климатические, космические, водные).

Если темпы использования исчерпаемых ресурсов превышают скорость их восстановления, они могут быть утрачены. На количество неисчерпаемых ресурсов человек оказать существенного влияния не может, но может оказать заметное воздействие на их качество (прозрачность атмосферы влияет на количество поступающей солнечной энергии, загрязнения воды и пр.). Современный этап развития общества характеризуется интенсивным

использованием невозобновляемых видов природных ресурсов и эксплуатацией возобновляемых ресурсов со скоростью, превышающей возможности их воспроизводства.

Природные ресурсы делятся на *заменяемые* и *незаменяемые*:

— ***Заменяемые*** – нефть, газ и т. д. – могут быть заменимы в определенных пределах;

— ***Незаменяемые*** – солнечный свет, воздух, вода, генетические ресурсы.

По отношению к общему объему отчуждаемого природного вещества в России конечный продукт составляет всего 2-4 %.

По масштабам распространения техногенные загрязнения делятся на *локальные, региональные* и *глобальные*.

Для атмосферы *локальными* считаются загрязнения, оказывающие влияние на внешнюю среду в радиусе 80 км, *региональными* – 90-800 км, глобальными – более 800 км.

***Загрязнение почвы региональное*** – загрязнение почвы, возникающее вследствие переноса в атмосфере загрязняющего вещества на расстояния более 40 км от техногенных и более 10 км от сельскохозяйственных источников загрязнения.

***Загрязнение почвы глобальное*** – загрязнение почвы, возникающее вследствие переноса загрязняющего вещества в атмосфере на расстояния, превышающие 1000 км от любых источников загрязнения.

По продолжительности воздействия техногенные загрязнения делятся на *кратковременные* и *долговременные*.

***Кратковременные загрязнения*** – единичные выбросы в атмосферу – взрывы, утечки газа, нефтепродуктов.

***Долговременные загрязнения*** – постоянно или длительно действующие источники загрязнения (промышленные предприятия, ТЭС, гидросооружения и т. д.), могут привести к значительным изменениям компонентов внешней среды.

По характеру воздействия техногенные загрязнения делятся на *физические, биологические и химические*.

**Физиологические загрязнения** – тепловой нагрев, шум, электромагнитное и радиоактивное излучения (изменяют непосредственно физические характеристики среды).

**Химические загрязнения** – оксиды серы, азота, углеводороды, тяжелые металлы, фтористые соединения и другие химические вещества – изменяющие химический состав атмосферы, гидросферы и почвы.

**Биологические загрязнения** – нехарактерные и нежелательные для данной экосистемы живые организмы (вирусы, бактерии и др. – например колорадский жук).

По источнику загрязнения делятся на:

**Естественные** – возникающие в результате деятельности бактерий, стихийных бедствий, естественных геологических процессов.

**Искусственные** – источниками, которых является энергетика, транспорт, сельское хозяйство, коммунальнобытовые системы.

Естественное загрязнение биосфера обычно способна преодолеть за счет процессов саморегуляции и самовосстановления (самоисцеления).

Искусственные загрязнения (техногенные) – результат хозяйственной деятельности человека, их биосфера полностью обычно переработать не может в силу нескольких причин:

1. Количество техногенных загрязнений очень велико.
2. Среди техногенных загрязнений присутствуют вещества, не характерные для природы в ее нормальном состоянии – **ксенобиотики** (большинство синтетических веществ). Ксенобиотики не вписываются в естественный круговорот веществ и не могут быть переработаны природой.
3. Многие техногенные загрязнители подавляют естественные процессы самоочищения и самовосстановления, в т.ч. многие ксенобиотики, ПАВ и т. д.

Техногенные загрязнения в природе могут накапливаться в неизменном виде, а могут быть подвергнуты трансформации – изменению. При трансформации загрязнителей под воздействием химических и физических факторов могут образовываться как более простые вещества, так и более сложные вещества. Трансформация загрязнителей в окружающей среде – превращение химических соединений под влиянием химических, физических и биологических факторов – например, в верхних слоях атмосферы под действием солнечного света фреоны разлагаются с выделением атомарного хлора; сернистые газы ( $SO_2$  и  $SO_3$ ) во влажном воздухе образуют сернистую и серную кислоту (кислотный дождь) и т. д. Выделяют трансформацию загрязнителей под воздействием биологических факторов (биотрансформацию). *Биотрансформация* происходит в процессе продвижения загрязнителей по пищевым цепям, и приводит к биодеградации, биоусилению или биоаккумуляции исходных загрязнителей.

**Биодеградация** – разложение (например, биоразлагаемые органические вещества под воздействием аэробных бактерий превращаются в  $CO_2$ ,  $H_2O$ , фосфиты и др.).

**Биоусиление** – процесс превращения исходного загрязнителя в более опасное вещество (под воздействием бактерий металлическая ртуть превращается в метил или этилртуть, которые гораздо более опасны).

**Биоаккумуляция** – постепенное накопление организмами вредных веществ в ходе их обитания в загрязненной среде за счет неполного выделения загрязнителей из организма. Концентрация биоаккумулируемых веществ возрастает по мере продвижения по пищевым цепям (ДДТ, ртуть и т. д.).

Техногенное загрязнение окружающей среды ведет в конечном итоге к:

1. Ухудшению качества окружающей среды.
2. Образованию нежелательных потерь вещества, энергии, труда и средств при добыче и заготовке человеком сырья и материалов, которые превращаются в безвозвратные отходы, рассеиваемые в биосфере.

3. Необратимому разрушению не только отдельных экологических систем, но и биосферы в целом, в том числе воздействию на глобальные физико-химические параметры окружающей среды.

4. Потере плодородных земель, снижению продуктивности экологических систем в целом биосферы.

5. Прямому или косвенному ухудшению физического и морального состояния человека – главной производительной силы общества.

### **1.3. ИСТОЧНИКИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

#### **Источник загрязнения атмосферы**

Хозяйствующими субъектами ежегодно выбрасывается в атмосферу более 15 млрд. т  $\text{CO}_2$ , 200 млн. т  $\text{CO}$ , более 500 млн. т углеводородов, 120 млн. т золы, более 160 млн. т оксидов серы и 110 млн. т оксидов азота и др. Общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составляет, по некоторым данным, более 19 млрд. т.

Вещества, загрязняющие атмосферу, могут быть твердыми, жидкими и газообразными и оказывать вредное воздействие непосредственно после химических превращений в атмосфере либо совместно с другими веществами. Из всей массы загрязняющих веществ, которые поступают в атмосферу от техногенных источников, 90 % составляют газообразные вещества (оксиды серы, азота, углерода, тяжелых и радиоактивных металлов и др.), 10 % – твердые и жидкие вещества.

Тепловые электростанции и теплоцентрали, сжигающие органическое ископаемое топливо, относятся к наиболее мощным источникам выбросов вредных веществ в атмосферу. Согласно данным Минприроды РФ, в 1995 г. общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу ТЭС составил 4474 тыс. т. (твердых веществ – 1349 тыс. т., диоксида серы – 1913,5 тыс. т.,

оксида азота – 1045 тыс. т., оксида углерода – 124 тыс. т.) или 89 % общего выброса по энергетической промышленности.

Автомобильный транспорт выделяет 60 % газообразных загрязнителей воздуха. В состав выхлопных газов карбюраторных и дизельных двигателей входит до 200 химических соединений, из которых наиболее токсичны Pb, CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, бензапирен. В выхлопных газах содержится большое количество углеводородов, их доля резко возрастает, если двигатель работает на малых оборотах или в момент увеличения скорости при старте.

Крайне опасной частью выхлопных газов являются соединения свинца, образующиеся при сгорании в двигателе автомобиля тетраэтилсвинца Pb(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>, добавляемого к бензину для повышения октанового числа. При этом при сжигании 1л бензина в воздух поступает 200-700 мг свинца.

Содержание вредных веществ в составе отработавших газов зависит от типа двигателя, режима его работы, общетехнического состояния автомобиля, марки бензина.

В черной металлургии процессы выплавки чугуна и переработки его на сталь также сопровождаются выбросом в атмосферу пыли и различных газов. Выброс пыли в расчете 1 т. чугуна составляет 4,5 кг., CO<sub>2</sub> – 2,7 кг., Mn – 0,5-1 кг. Вместе с доменным газом в атмосферу в небольших количествах выбрасываются также соединения As, P, Sb, пары Hg и редких металлов, HCN и смолистые вещества.

В 1995 г. валовой выброс вредных веществ в атмосферу в целом по отрасли составил 2735 тыс. т. или 15 % общепромышленного объема выброса. При этом основной объем загрязнений приходится на оксид углерода (70 %).

Цветная металлургия служит источником загрязнения атмосферы пылью и газами. Выбросы предприятий цветной металлургии содержат токсичные пылевидные вещества As, Pb и др., поэтому они особо опасны. При получении металлов электролизом образуется большое количество газообразных и фтористых соединений. Выброс вредных веществ по отрасли составил 3693,2 тыс. т. или 20,4 % от объема выбросов промышленности России.

В угольной промышленности источником загрязнения являются промышленные отвалы пустой породы, или так называемые терриконы. Внутри террикона вследствие самовозгорания длительное время идет горение угля и пирит, сопровождающееся выделением  $SO_2$ ,  $CO$  и продуктов возгорания смолистых веществ (бенз(а)пирен).

В 1995 г. одними предприятиями отрасли выброшено в атмосферу 626,5 тыс. т. вредных веществ, из них около 50 % приходится на объединение «Воркута-уголь».

Состав промышленных выбросов в химической промышленности весьма разнообразен; большинство химических соединений является весьма токсичным для организма человека:  $CO$ ,  $NO_x$ ,  $SO_x$ ,  $NH_3$ , пыль неорганических веществ,  $H_2S$ , соединения галогенов, органические вещества, цианистые соединения.

В 1995 г. объем выбросов в атмосферу в целом по отрасли составил 488,4 тыс. т. Для химических и нефтехимических производств характерны значительные объемы металлической ртути, составившие 54 % от общего объема этих выбросов промышленности России в 1995 г.

Валовой выброс вредных веществ в атмосферу в целом в промышленности строительных материалов в 1995 г. составил 674,2 тыс. т. При этом наибольший «вклад» вносят цементные предприятия – 273 тыс. т. или 40,5 %. В выбросах содержатся в основном пыль и взвешенные вещества (54 % от суммарного выброса по отрасли), а также оксид углерода (23,3 %).

При современных производственных технологиях невозможно исключить попадание в атмосферу всевозможных примесей, в том числе и вредных для здоровья всего живого на Планете и для природной среды. Для оценки допустимого уровня их содержания в атмосфере введено в качестве экологического норматива понятие предельно допустимой концентрации (ПДК).

Вся беда, однако, в том, что при правильно выбранных нормативах вредных выбросов они повсеместно не соблюдаются. Состояние атмосферного воздуха, особенно в промышленных регионах России, крайне неблагоприятно. Среднегодовая концентрация пыли, фенола, аммиака и двуокиси азота во многих

городах страны выше санитарно-гигиенических норм. Систематически отмечается превышение ПДК некоторых вредных примесей в воздухе: в 73 городах – по взвешенным веществам, в 96 – по диоксиду азота, в 103 – по формальдегиду. Около 44 % населения страны (65 млн. человек) живет в городах, в которых превышены нормы загрязнения воздуха. Более чем в 100 городах – местах проживания 40 млн. человек – загрязнение воздушного бассейна официально считается опасным, причем в ряде городов периодически отмечались уровни экстремально высокого загрязнения – более 50 ПДК.

В качестве примера в табл. 1 приведены данные о городах с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха, полученные в 1998 году. Таким образом, основными источниками загрязнения атмосферы являются промышленность, автомобильный транспорт и пожары. Экологическое состояние Планеты начинает отражаться на климате и непосредственно влиять на локальную погоду. Все сильнее сказывается проявление парникового эффекта как следствие увеличения в атмосфере парниковых газов. Парниковые газы нарушают радиационный баланс, увеличивают температуру нижних слоев тропосферы Земли, что в свою очередь ведет к общему потеплению на Планете со всеми вытекающими из этого и далеко не благоприятными последствиями.

Таблица 1.

Данные о городах с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха

Город	Вещества, определяющие высокий уровень загрязнения	Город	Вещества, определяющие высокий уровень загрязнения
1	2	3	4
Ангарск	Формальдегид, бенз(а)пирен	Новгород	Аммиак, диоксид азота, бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества
Архангельск	Сероуглерод, формальдегид, метилмеркаптан	Новокузнецк	Формальдегид, фтористый водород, диоксид азота, взвешенные вещества



Благовещенск, Амурская область	Формальдегид, взвешенные вещества	Новороссийск	Формальдегид, диоксид азота, оксид азота, взвешенные вещества
Бийск	Формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества	Омск	Формальдегид, ацетальдегид, сажа
Братск	Диоксид азота, формальдегид, втористый водород, сероуглерод	Ростов-на-Дону	Диоксид азота, формальдегид, взвешенные вещества
Иркутск	Диоксид азота, формальдегид, взвешенные вещества	Санкт-Петербург	Фенол, диоксид азота, аммиак, бенз(а)пирен
Кемерово	Сероуглерод, аммиак, формальдегид, сажа	Саратов	Диоксид азота, формальдегид, взвешенные вещества
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Красноярск	Бенз(а)пирен, хлор, взвешенные вещества	Селенгинск	Формальдегид, фенол, сероуглерод, метилмеркаптан
Краснодар	Фенол, формальдегид, взвешенные вещества	Ставрополь	Формальдегид, диоксид азота, фенол
Кызыл	Бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества	Сызрань	Формальдегид, диоксид азота
Липецк	Фенол, формальдегид, диоксид азота	Тюмень	Формальдегид, свинец, взвешенные вещества
Магадан	Фенол, формальдегид, диоксид азота	Улан-Удэ	Формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества
Магнитогорск	Диоксид азота, фенол, взвешенные вещества	Хабаровск	Бенз(а)пирен, диоксид серы, диоксид азота, формальдегид, аммиак
Москва	Аммиак, диоксид азота, формальдегид	Чита	Бенз(а)пирен, формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества
Нижний Тагил	Фенол, формальдегид, сероуглерод	Южно-Сахалинск	Сажа, диоксид азота, взвешенные вещества

### **Источники загрязнения природных вод**

Загрязняющие вещества, поступая в природные воды, вызывают изменения физических свойств воды (нарушение первоначальной прозрачности и окраски, появление неприятных запахов и привкусов и т.п.); изменение химического состава воды, в частности появление в ней вредных веществ; появление плавающих веществ на поверхности воды и отложений на дне; сокращение в воде количества растворенного кислорода вследствие расхода его

на окисление поступающих в водоем органических веществ загрязнения; появление новых бактерий, в том числе и болезнетворных.

Из-за загрязнения природных вод они оказываются непригодными для питья, купания, водного спорта и технических нужд. Особенно пагубно оно влияет на рыб, водоплавающих птиц, животных и другие организмы, которые заболевают и гибнут в больших количествах.

На качественный и количественный состав вод в водоемах оказывает влияние:

1. Миграция химических загрязнений из атмосферы;
2. Поступление загрязняющих веществ в водоемы с бытовыми, промышленными и сельскохозяйственными стоками;
3. Поверхностный сток (дождевые, талые воды).

**Сточные воды** – это воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека.

Загрязнения, поступающие в сточные воды, можно условно разделить на несколько групп. Так, по физическому составу выделяют нерастворенные, коллоидные и растворенные примеси. Кроме того, загрязнения делятся на минеральные, органические, бактериальные и биологические.

Минеральные представлены песком, глинистыми частицами, частицами руды, шлака, минеральных солей, растворами кислот и щелочей и другими веществами.

Органические загрязнения подразделяются по происхождению на растительные, животные, химические вещества. Растительные органические соединения представляют собой остатки растений, плодов, растительного масла и пр. Загрязнения животного происхождения – это физиологические выделения людей и животных, останки животных, клеевые вещества. Химические органические соединения – это нефть и ее производные, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), синтетические моющие средства (СМС), фенол, формальдегид, пестициды и пр.

Бактериальное и биологическое загрязнения присущи главным образом, бытовым и животноводческим водам и стокам некоторых промышленных предприятий (боен, кожевенных заводов, меховых производств, биофабрик, предприятий микробиологической промышленности).

Бытовые сточные воды включают воды от банно-прачечных хозяйств, пищеблоков, больниц и др. Они поступают из жилых и общественных зданий, от бытовых помещений промышленных предприятий в виде канализационных сточных вод. Органическое вещество составляет около 58 %, минеральные вещества – 42 %. Реакция (рН) – нейтральная или слабощелочная.

В промышленном производстве вода используется как теплоноситель, поглотитель, средство транспортировки. Многие предприятия машиностроения, металлопереработки, коксохимии, тепловые электростанции используют воду для охлаждения. Расход воды на этих предприятиях для охлаждения достигает 80 % от всего используемого количества воды. Кроме химического загрязнения, такая вода способствует и тепловому загрязнению водоема.

На предприятиях пищевой, химической, нефтехимической промышленности вода используется как растворитель, входит в состав продукции. При этом образуются, как правило, специфические сточные воды.

В ряде случаев вода играет роль среды-поглотителя и средства транспортировки. При этом она загрязняется механическими примесями и растворимыми веществами. На химических, целлюлозно-бумажных и гидролизных заводах, а также на предприятиях легкой и пищевой промышленности вода используется в качестве рабочей среды. Химический состав промышленных стоков весьма разнообразен – в соответствии с техническим процессом. Реакция среды колеблется от резкощелочной до резкокислой.

Сельскохозяйственные стоки – это стоки животноводческих комплексов и стоки, образуемые при вымывании агрохимикатов и минеральных удобрений за пределы пахотного слоя в водоем (поверхностный сток). Для животноводческих стоков характерно ярко выраженное бактериальное и

органическое загрязнение растительного и животного происхождения, а также загрязнение аммиачными соединениями. Поверхностные стоки загрязняются минеральными удобрениями, пестицидами, ядохимикатами, минеральными примесями.

Суммарный объем загрязненных сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты России, распределяется между жилищно-коммунальным хозяйством (51 %), промышленностью (35 %) и сельским хозяйством (13 %). Объем сброса загрязненных сточных вод в 1995 г. составил по промышленности – 8,6 млрд. м<sup>3</sup>, в сельском хозяйстве – 3,2 млрд. м<sup>3</sup>, по объектам ЖКХ – 12,5 млрд. м<sup>3</sup>.

Электроэнергетика – крупнейший потребитель пресной и морской воды, для отрасли в общем объеме забора пресной воды промышленностью – 66 %, морской воды – 98 %, по использованию воды – около 70 %. Водоохранилища, возникшие в результате сооружения плотин гидроэлектростанций, помимо положительного эффекта (регулирования речного стока, снижение опасности наводнений и развития эрозии почв, снабжение водой и др.) оказывают и отрицательное воздействие на природную среду (затопление земель и населенных пунктов, засоление или заболачивание почв, затопление наземной растительности, развитие новых видов водной флоры).

В нефтеперерабатывающей промышленности сброс загрязненных сточных вод в водоемы составляет 31,3 млн. м<sup>3</sup>, большая их часть (около 80 %) сбрасывается недостаточно очищенными. Серьезный ущерб окружающей среде наносится разливом нефти вследствие прорывов трубопроводов. По данным Минтопэнерго РФ, общее количество аварий на нефтепроводах в 1995 г. составило 25477.

Из общего объема загрязненных сточных вод угольной промышленности (740,2 млн. м<sup>3</sup>) около 80 % сбрасывается недостаточно очищенными, остальные остаются без очистки. Предприятия черной металлургии сбрасывают 757,7 млн. м<sup>3</sup> загрязненных сточных вод, цветной металлургии – 529 млн. м<sup>3</sup> (36 % из них сбрасывается без очистки).

Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность является одной из самых водоемких отраслей народного хозяйства, которые оказывают значительное воздействие на поверхностные воды. Объем используемой воды в 1995 г. в целом по отрасли достиг 2019 млн. м<sup>3</sup>. На эту отрасль приходится более 20 % общего промышленного сброса загрязненных сточных вод в стране.

Сброс загрязненных сточных вод в водоемы предприятиями химической и нефтехимической промышленности в 1995 г. составил 1451,7 млн. м<sup>3</sup>, из них более 50 % приходится на сточные воды от городских систем канализаций и других предприятий, принимаемых на баланс химических предприятий.

Предприятиями стройиндустрии в водоемы сброшено 129,5 млн. м<sup>3</sup> загрязненных сточных вод, при этом объем сточных вод, поступающих в водоемы без очистки, увеличился до 60,8 млн. м<sup>3</sup>.

В 1995 г. предприятиями машиностроения использовано 2,9 млрд. м<sup>3</sup> свежей воды, после энергетики – это наиболее крупный показатель в промышленности. В поверхностные водоемы поступило 1,82 млрд. м<sup>3</sup> сточных вод. Из них загрязненных – 0,78 млрд. м<sup>3</sup>, в т. ч. 0,17 млрд. м<sup>3</sup> – без очистки.

### **Источники загрязнения почв**

По своему положению и свойствам почва фактически является конечным местом сосредоточения всех природных и техногенных загрязнений, при этом последние вносят основной вклад:

- теплоэнергетика (угольная пыль, зола, дым, аэрозоли тяжелых шламов – ртути, мышьяка, свинца, ванадия, газы SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, бензапирен, фтористые и мышьяковые соединения, радионуклиды);
- черная металлургия (рудная и железистая пыль, оксиды железа, марганца, мышьяка, зола, сажа, SO<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, HCl);
- цветная металлургия (пыль, пары и оксиды свинца, цинка, кадмия, меди, мышьяка, ртути, фтора, SO<sub>2</sub> и т. д.);

- промышленность строительных материалов (цементная пыль, фтор и др.);
- химическая промышленность ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ , HF,  $\text{H}_2\text{S}$ , HCl,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ , фтористые соединения, углеводороды, растворители, эфиры, фенолы и др.);
- транспорт (углеводороды, свинец, угольная пыль, зола, CO,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , бенз(а)пирен, непредельные углеводороды);
- сельское хозяйство (удобрения, пестициды, ядохимикаты и тд.);
- нефтеперерабатывающая и нефтедобывающая промышленность (нефть, нефтепродукты, бенз(а)пирен, серосодержащие соединения и др.);
- атомные электростанции (радионуклиды, йод-131, стронций-90, цезий-137, плутоний-239, калий-42 и др.).

Накопление загрязняющих веществ в почве происходит в результате: непосредственного внесения в почву или на нее (удобрения, пестициды); поступления атмосферных загрязнений в почву (аэрозоли тяжелых металлов, радионуклиды, летучая зола, газы и др.); поступления загрязнителей в почву с поверхностными стоками; выпадения загрязнителей в почву с атмосферными осадками.

Применение минеральных удобрений приводит к аномально высоким содержанием в почве азота в нитратах и аммиачных соединениях, ионов хлора, фосфора (зафосфачивание почв). При поливах сточными водами в почву попадают патогенные микроорганизмы, личинки гельминтов, канцерогенные вещества.

Среди токсичных веществ, попадающих с атмосферными осадками в почву, особое место занимает сера. В промышленных районах страны с осадками ее ежегодно выпадает 20-30 кг/га (в форме  $\text{SO}_2$ ).

Основные источники загрязнения почвы канцерогенными веществами – выхлопные газы самолетов, автотранспорта, выбросы промышленных предприятий, тепловые электростанции, котельные. В почву канцерогены поступают вместе с крупно- и среднедисперсными частицами

пыли, при утечке нефти или продуктов ее переработки. Интенсивность загрязнения ими колеблется в значительной степени, что зависит от мощности загрязнения и других факторов. Основным источником попадания в почву свинца – выхлопные газы автомобилей (ежегодно в почву поступает 250 тыс. т свинца).

Достаточно привести только один пример, свидетельствующий о масштабах химического загрязнения почв. На предприятиях химической и нефтехимической промышленности в 1995 г. образовалось свыше 11 млн. т отходов (шламы, ртутьсодержащие отходы, отработанная соляная и серная кислота, дистиллерная жидкость и шлам производств кальцинированной соды, лигнин, фосфогипс, изношенные шины, резиносодержащие отходы и др.). Из них используется только около 30 %, а остальные отходы либо уничтожаются и вывозятся на свалки, либо складываются в специально отведенных местах.

Проведенная Минсельхозом России еще в 1997 году оценка почв сельскохозяйственных угодий на содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов, нитратов и других токсикантов на площади более 41 млн. га (в том числе 29,5 млн. га на тяжелые металлы, 6 млн. га пашни на содержание остаточных количеств пестицидов) показала, что примерно 1 млн. га загрязнены тяжелыми металлами и мышьяком свыше ПДК. В 2,1 тыс. проб (из общего количества 12 тыс.) обнаружены остаточные количества пестицидов (в 40 случаях – выше ПДК). В среднем по Российской Федерации взятые пробы почвы не соответствовали санитарно-химическим нормам и нормативам: 13,3 % – по санитарно-химическим показателям, 17,35 % – по микробиологическим показателям, 5,41 % – имели повышенное содержание радиоактивных веществ.

Наиболее неблагоприятная обстановка по загрязнению почв вредными веществами в республиках Бурятия, Дагестан, Карелия, Мордовия, Тыва, в Краснодарском и Приморском краях, в Ивановской, Иркутской, Кемеровской, Костромской, Мурманской, Новгородской, Оренбургской, Сахалинской и Читинской областях.

**Наиболее опасными загрязнителями окружающей среды являются радионуклиды и диоксины.**

По вполне объяснимым причинам вопросы радиоактивных загрязнений местности, особенно сельскохозяйственных угодий, зон отдыха, туризма, странами мирового сообщества не рекламируются, поэтому достоверной является только информация по территории России.

Радиоактивное загрязнение местности в России определяется:

- радионуклидами как естественно распределенными, так и привнесенными деятельностью человека, связанной в первую очередь с проводившимися в свое время ядерными испытаниями;
- радиоактивным загрязнением территории вследствие аварий, прежде всего, на Чернобыльской АЭС (1986 год) и ПО «Маяк» (1957 год);
- эксплуатацией предприятий ядерного топливного цикла, судовых ядерно-энергетических установок, хранилищ радиоактивных отходов.

Обнадеживающим фактом для жителей России является то, что средние концентрации радионуклидов в целом значительно ниже установленных норм безопасности.

Однако в ряде регионов страны уровень радиоактивного загрязнения является достаточно высоким, причем такое положение отмечается на огромных площадях. Так, площадь территорий, загрязненных в результате Чернобыльской аварии до уровня 1 Ки на км<sup>2</sup> составляла в России в начале 57000 км<sup>2</sup>. На площади около 650 тыс. га загрязнены земли лесного фонда в Уральском регионе вследствие радиационной аварии на ПО «Маяк» и его многолетней производственной деятельности. Общая площадь загрязненных радионуклидами территорий предприятий Росатомы составляет 170 тыс. га. Реабилитация этих территорий остается одной из приоритетных социально-экономических задач.

Сродни радиоактивному загрязнению оказалось **загрязнение окружающей среды диоксидами**. Впервые ощутили диоксиновую опасность тридцать лет тому назад партизаны вьетнамских джунглей во время американо-вьетнамской войны, когда с целью уничтожения растительности и вскрытия,



таким образом, партизанских баз и укрытий американцы применяли «оранжевый агент», в состав которого входило некоторое количество диоксинов, в том числе самый опасный из них – 2, 3, 7, 8- тетрахлордибензо-п-диоксин.

Генетические последствия применения диоксинов, с особым коварством, сказавшиеся на вьетнамских детях, заставили весь мир осознать чрезвычайную опасность диоксинов.

Еще больше обострила проблему диоксинов авария на химическом заводе в г. Севезо (Италия) в июле 1976 г., где площадь загрязнения превысила 17 км<sup>2</sup>, на которых проживало более 200 тыс. человек. Подробности аварии достаточно хорошо известны, отметим только, что за десять лет (1976-1986 годы) от рака в этом районе умерло более 500 человек. На землях фермеров потребовалось снять слой почвы на глубину до 20 см, чтобы уменьшить уровень диоксина в пахотном слое. Зараженный слой почвы объемом 200 тыс. м<sup>3</sup> был перемещен, захоронен и заменен другой почвой. Авария в Севезо по загрязнению территории диоксином была самой крупной в мире, а ведь там по оценочным данным в окружающую среду было выброшено всего от 1,75 до 3 кг диоксинов.

До недавнего времени считалось, что общее количество диоксинов в природе составляет 500-700 тонн, но в связи с достаточно широко распространенными «диоксиноопасными» технологиями можно ожидать и других, более угрожающих количеств этого сильного яда.

Основными источниками загрязнения окружающей среды диоксинами являются:

- хлорорганический синтез, переработка его продукции. сжигание хлорорганических соединений, применение в промышленности три-тетра-, пентахлорфенолов, полихлорпирокатехинов, полихлорциклогексанов;
- сжигание твердых бытовых отходов, особенно материалов на основе полихлорвинила;
- процессы хлорирования при отбеливании целлюлозы в целлюлозно-бумажной промышленности, воды, содержащей фенольные вещества и лигнины;

- высокотемпературные процессы: плавление меди в электродуговых печах, получение магния, никеля, других металлов и их хлоридов и т. д.;
- выбросы автотранспорта, использующего горюче-смазочные материалы, содержащие присадки хлор- или броморганических соединений, а также бензин с добавкой свинца.

Вносят свой вклад в пополнение диоксинов в окружающей среде и крупные промышленные аварии, например, в США в 1949 году, в ФРГ в 1953 году, в Голландии в 1963 году.

Не обошлось без подонных аварий и в России.

В 1992 году в результате аварии на Уфимском химическом комбинате (Башкортостан) в водопроводную сеть города попало значительное количество полихлорфенолов, возникла опасность диоксиновых поражений, что потребовало проведения дорогостоящих защитных мероприятий.

Ряд городов Российской Федерации (Чапаевск Самарской области, Дзержинск Нижегородской области, Новомосковск Тульская область, Серпухов Московская область, Новочебоксарск Республики Чувашия и др.) загрязнены диоксинами и родственными им соединениями, из-за чего здесь отмечались случаи диоксиновых профзаболеваний, в том числе и острых.

Острота диоксиновой проблемы для России обусловлена широким внедрением в последнее десятилетие значительного количества отечественных и зарубежных диоксиноопасных технологий и весьма пассивной антидиоксиновой политикой, допускающей применение диоксиновых технологий в различных производствах. Так, например, широко используются вещества, содержащие диоксины (заливка трансформаторов, гербициды сплошного действия, пестициды, бумага и другая продукция, изготовленная с помощью хлорных технологий).

Все это наводит на неутешительные мысли о том, что в природной среде количество диоксинов значительно превышает приведенные выше оценочные данные, и что человечество еще недостаточно адекватно осознает грозящую ему в недалеком будущем диоксиновую опасность.

## Кислотные дожди

В последние 15-20 лет возникла сложная и трудноразрешимая экологическая проблема кислотных дождей ( $\text{pH} < 5,0$ ). При сжигании различных видов топлив, а также с выбросами различных предприятий в атмосферу поступает значительное количество оксидов серы и азота. При взаимодействии их с атмосферной влагой образуются азотная и серная кислоты. К ним примешиваются органические кислоты и некоторые соединения, что в сумме дает раствор с кислой реакцией.

Согласно расчетам, доля диоксида серы в образовании кислых осадков составляет около 70 %. Появлению кислых осадков способствует также  $\text{CO}_2$ : из-за его постоянного присутствия в атмосфере нормальным является  $\text{pH}$  осадков 5,6.

В дальнейшем кислоты выпадают на поверхность суши или водоемов в виде кислотных дождей или иных атмосферных осадков. Отмечены случаи выпадения осадков с  $\text{pH}$  2,2-2,3, что соответствует кислотности уксуса.

Общее количество выбросов  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_2$  в мире ежегодно составляет более 250 млн. т. В пересчете на душу населения количество выбросов (кг/год): в Дании – 4, бывшем СССР – 18, Англии – 32, Польше – 55, Австрии – 8, Германии – 160, Италии – 20, Швеции – 6 (Г. В. Войткевич, В. А. Вронский, 1996 г.).

Кислые осадки особенно типичны для Скандинавских стран, а также Англии, ФРГ, Бельгии, Дании, Польши, Канады, северных районов США. Отмечаются случаи конфликтных ситуаций из-за их трансграничных переносов. Например, отдельные районы Норвегии, Финляндии, Исландии, Дании на 80-90 % загрязняются со стороны ФРГ и Люксембурга. Для Швеции доля осадков извне близка к 70 %. В России очаги образования приходятся на Кольский полуостров, Норильск, Челябинск, Красноярск и другие районы. В наши дни в Санкт-Петербурге  $\text{pH}$  дождя колеблется от 4,8 до 3,7, в Красноярске – от 4,9 до 3,8, в Казани – от 4,8 до 3,3. В городах до 70-90 %

загрязнений в атмосферу, в том числе в способствующих образованию кислых осадков, поставляет автотранспорт (Ю. В. Новиков, 1998 г.).

Отрицательное влияние кислых осадков разнообразно: почвы, водные экосистемы, растения, памятники архитектуры, строения и другие объекты в той или иной степени страдают от них.

Действие кислых осадков на почвы наиболее ощутимо проявляется в северных и тропических районах. Для первых это связано с тем, что подкисляются и без того кислые (подзолистые и их разновидности) почвы. Они, как правило, не содержат природных соединений, нейтрализующих кислотность (карбонат кальция, доломит и др.). Почвы в тропиках хотя и имеют нейтральную и щелочную реакцию, но также не содержат веществ – нейтрализаторов кислотности (из-за интенсивного и постоянного промывания дождями).

Поступая в почву, кислые осадки увеличивают подвижность и вымывание катионов, снижают активность редуцентов, азотфиксаторов и других организмов почвенной среды. При pH, равном 5 и ниже, в почвах резко возрастает растворимость минералов, из них высвобождается алюминий, который в свободной форме ядовит. Кислые осадки также повышают подвижность тяжелых металлов (кадмия, свинца, ртути). В ряде мест кислые осадки и продукты их действия (алюминий, тяжелые металлы, нитраты и др.) проникают в грунтовые воды, а затем в водоемы и водопроводную сеть. В итоге происходит ухудшение качества питьевой воды.

Действие кислых осадков на водные экосистемы весьма многообразно. Кислые осадки, попадая в водные источники, повышают кислотность и жесткость воды. При pH ниже 6 сильно подавляется деятельность ферментов, гормонов и других биологических активных веществ от которых зависит рост и развитие организмов. Особенно отрицательное действие, проявляется в основном на яйцеклетках и молоди.

Сейчас на Земле насчитывается многие тысячи озер, практически лишившихся своих обитателей. Почти 20 % рек и озер Швеции, Норвегии и Канады потеряли более половины обитающих в них организмов. Так, в Швеции

в 14 тысячах озер уничтожены наиболее чувствительные виды, а 2200 озер фактически безжизненны. Около 1000 озер США заметно подкислены, а более 3 тысяч имеют кислотность, неблагоприятную для многих обитателей.

Действие кислых осадков и атмосферных загрязнений на леса способствует выщелачиванию из растений биогенов (особенно кальция, магния и калия), сахаров, белков, аминокислот. Кислые осадки повреждают защитные ткани, увеличивают вероятность проникновения через них патогенных бактерий и грибов, способствуют появлению вспышек численности насекомых. Такие воздействия имеют конечным результатом снижение продуктивности фитоценозов, а нередко и их массовую гибель. Накоплено много данных об отрицательном влиянии кислых осадков на растения через почву, прежде всего в результате увеличения подвижности алюминия и тяжелых металлов. Свободный алюминий повреждает молодые корни, создает очаги для проникновения в них инфекций, а также вызывает преждевременное старение деревьев (болезнь Альгеймера).

Особенно сильно повреждаются хвойные леса, что в первую очередь связано с большой продолжительностью жизни их хвои (4-6 лет), обуславливающей накопление в ней относительно больших концентраций токсинов.

Первыми признаками поражения хвойных лесов газами и кислыми осадками служат сокращение сроков жизни хвои и уменьшение ее размера. При этом наиболее сильно повреждаются леса, произрастающие в неблагоприятных условиях (на бедных почвах, в гористых местностях, в зоне туманов и т. п.). Высокой поражаемостью отличаются также бук, граб и твердолиственные виды.

Повышенной чувствительностью к загрязнению атмосферы характеризуются многие виды лишайников. В результате они обычно первыми исчезают из экосистем и поэтому являются индикаторами неблагоприятного состояния среды. Это обстоятельство часто используют экологи. Значительные площади пораженных и погибших от загрязнения атмосферы почв лесов имеются в ФРГ, Швеции, Финляндии, Австрии, Польше, Канаде, на севере США

и в других районах. В ФРГ массовое поражение лесов зарегистрировано в начале 80-х годов. В хвойных лесах, особенно пихтовых, повреждения отмечались у 80-90 % деревьев, а в среднем у 10 % всех видов древесных растений. В России повреждено около 1,5-2 млн. га лесов, при этом основные очаги поражения расположены в районе Норильска, Мончегорска, Братска. Всего на Земле из-за кислотных дождей повреждено леса площадью 31 млн. га.

Сейчас особенное внимание уделяется поражению лесов в результате совместного действия традиционных загрязнителей ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ) и озона. Приземной озон является в основном продуктом фотохимического смога. В его присутствии интенсивно разрушается хлорофилл, причем как в результате прямого влияния, так и через ускорение расходования витамина С, которые защищает хлорофилл от окисления.

#### **1.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

В результате промышленной, сельскохозяйственной и иной многоплановой деятельности человека возникает техногенная миграция значительных объемов разнообразнейших веществ, являющихся, как правило, загрязнителями окружающей среды.

В соответствии с материалами Международной конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте к экологически опасным отнесены следующие виды производств и объектов:

- атомная промышленность (установки, предназначенные для производства обогащенного ядерного топлива или сбора, удаления и переработки радиоактивных отходов);
- энергетика (атомные, гидравлические и тепловые электростанции, крупные установки для сжигания топлива);

- черная и цветная металлургия (установки для доменного и мартенового производств, предприятия черной и цветной металлургии, машиностроительные и металлообрабатывающие предприятия);

- нефтехимия, нефте- и газопереработка;

- химическая промышленность (химические комбинаты, производство асбеста, стекла, минеральных удобрений, пестицидов);

- добыча полезных ископаемых (включая нефть и газ);

- транспортировка нефти, газа, продуктов их переработки;

- производство целлюлозы, бумаги, картона;

- транспортировка, хранение, утилизация и захоронения токсичных и ядовитых отходов;

- производство, хранение, транспортировка и уничтожение боеприпасов, взрывчатых веществ и ракетного топлива;

- крупные склады для хранения нефтяных, нефтехимических, химических продуктов, пестицидов;

- строительство дорог, автострад, трасс для железных дорог дальнего сообщения, аэропортов с длиной посадочной полосы более 2 км;

- сельскохозяйственные объекты (животноводческие комплексы и птицефабрики, мелиоративные системы);

- крупные водозаборы поверхностных и подземных вод;

- крупные плотины и водохранилища;

- вырубка лесов на большой территории;

- легкая промышленность (фабрики по очистке, отбеливанию шерсти, кожевенные заводы, красильные фабрики).

Кроме указанных стационарных источников возможных негативных воздействий на окружающую среду, несомненную экологическую опасность представляет автотранспорт.

Техногенное загрязнение по происхождению делится на 4 группы:

- промышленное;

- транспортное;

- бытовое;
- сельскохозяйственное.

*Промышленное* – потенциальными источниками загрязнения среды в Саратовской области является около 33,3 тыс. предприятий. В окружающую среду (атмосферный воздух) поступает свыше 400 наименований загрязняющих веществ различных классов опасности. Выбросы от стационарных источников в 2009 г. составили 120,867 тыс. т. По объему выбросов лидируют: транспорт (трубопроводный) и связь (ООО 2Газпромтрансгаз Саратов) – 60,1 % от общей доли выбросов, обрабатывающие производства – 23,9 %, производство и распределение электроэнергии, газа и воды – 7,8 %, добыча полезных ископаемых – 4,8 %, прочие виды экономической деятельности – 3,4 %. В целом по области произошло снижение объемов выбросов ЗВ на 23,0 %. Саратов лидирует по количеству выбросов и сбросов среди всех городов области.

*Транспортное* – 89 % всех выбросов приходится на предприятия автомобильного транспорта, 2 % – авиатранспорт, 1 % – водный транспорт. Транспорт дает 60-70 % химического и 90 % шумового загрязнения. Отработанные газы двигателей внутреннего сгорания содержат более 200 наименований различных загрязнений, в том числе канцерогенных. С транспортом связано более 90 % свинцового загрязнения. В Саратовской области выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников в 2009 г. составили 312,374 тыс. т. При увеличении на 2,4 % общего количества зарегистрированных на территории области автомобилей выбросы ЗВ уменьшились на 6,5 %. Этот факт объясняется уменьшением количества грузового транспорта и автобусов, вносящих наибольший вклад в загрязнение воздушной среды.

*Бытовое* – ЖКХ является поставщиком различных отходов. Отходы, образующиеся от жизнедеятельности населения, относятся к 4 классу опасности. В Саратовской области ежегодно образуется более 4 млн. м<sup>3</sup> ТБО, которые захораниваются на соответствующих полигонах и свалках. На территории области имеется 746 объектов размещения отходов: полигонов



ТБО – 21, санкционированных свалок – 351, несанкционированных свалок – 331, шламонакопителей – 17, иных мест размещения отходов (иловые площадки, отвалы) – 26. Обустройство и эксплуатация большинства существующих свалок ТБО не отвечает в полной мере санитарным и экологическим требованиям. В Саратовской области резко возросло количество несанкционированных свалок, которые являются источниками загрязнения окружающей среды, тяжелыми металлами и диоксинами, причем диоксиновое загрязнение может обнаруживаться на расстоянии 5 км.

*Сельскохозяйственное* – проблема связана с загрязнением водоемов продуктами эрозии, химическое загрязнение менее выражено, что связано с резким сокращением объемов внесения агрохимикатов и с появлением новых классов химических соединений в меньшей степени, влияющих на окружающую среду. Тем не менее, в 2009 г. ФГУ «Саратовский ЦГМС» обследовал почву вокруг склада ГУП «Аткарсагропромхимия» Аткарского района (250 га). Максимальные значения для остаточного количества были обнаружены по ДДТ – 37 ПДК и по ГХЦГ – 6,7 ПДК. Значительное загрязнение обнаруживалось в западном направлении на расстоянии 50 и 100 м от склада. При изучении состояния почв в районе склада пестицидов ОАО «Ершовская сельхозхимия» также были обнаружены остаточные количества вышеперечисленных препаратов, но в значительно меньших концентрациях.

Техногенное загрязнение по природе факторов делится на следующие группы:

- физическое;
- химическое;
- физико-химическое;
- биологическое.

**Физическое** – связано с изменением физических температурно-тепловых, волновых и других параметров среды. Различают тепловое, шумовое, радиоактивное, световое, электромагнитное.

**Тепловое** – сточные воды ТЭС теплее на 8-10 градусов, чем вода в водоемах. Такая температура способствует усиленному развитию водорослей и планктона; температурная граница преграждает путь на нерест лосося и угря. Для развития икры налима температурный перепад выше 1,5 градусов достаточно губителен. Кроме того тепловое загрязнение способствует развитию некоторых заболеваний рыб.

**Шумовое** – человек всегда жил в мире звуков. В природе громкие звуки редки, шум относительно слаб и непродолжителен. Звуки большой мощности поражают слуховой аппарат, нервные центры, могут вызвать болевое ощущение и шок. Длительный шум неблагоприятно действует на орган слуха, понижает его чувствительность к звуку.

Уровень шума в быту:

- уличный транспорт – 80-100 Дб;
- громкая музыка – 130 Дб;
- пылесос – 110 Дб;
- громкая речь – 60-70 Дб.

Считается, что шум реактивного самолета очень опасен для человека – 140 Дб, а взлетающей космической ракеты (175 Дб) – смертелен.

**Химическое** – связано с увеличением количества химических компонентов в определенных средах, и химическое загрязнение может быть вызвано любым веществом. Наиболее опасными признаны 14 химических элементов, за которыми проводится постоянный мониторинг в окружающей среде и продуктах питания. Наиболее опасны кадмий, ртуть, свинец.

**Кадмий** – загрязнение продуктов кадмием происходит, как правило, со сточными водами промышленных предприятий, при применении удобрений и пестицидов. Кадмий очень коварен. В небольших количествах он необходим, так как регулирует содержание сахара в крови. Однако при переизбытке он может стать причиной необычайной ломкости и хрупкости костей. В Японии было распространено заболевание «итай-итай» или «ох-ох», которое было связано с тем, что люди употребляли в пищу рис, содержащий остаточные количества

кадмия. У больных отмечалось сильное похудение, деформация скелета и переломы костей. Причем даже глубокий вдох мог вызвать перелом ребер.

*Ртуть* – первая вспышка массового ртутного отравления была зафиксирована в 1956 г. в Японии на берегах бухты Минамата. Только в 1969 г. удалось доказать, что причиной заболевания стало соединение метилртуть, которое долгое время сбрасывалось со сточными водами в бухту. Вещество попадало с мелкими водорослями в рыбу, а затем с рыбой в человека. На начальных стадиях заболевание проявлялось в расстройстве речи, походки, понижении слуха и зрения. Наиболее тяжелые случаи заканчивались полной слепотой, параличем и смертью. При вскрытии трупов было установлено, что содержание ртути в организме превышало в 50-30000 раз. Это заболевание было установлено благодаря врачу бухты Хаджиме Хосокавы и оно получило название «болезнь минамата». Официальный список жертв – 798 человек.

*Свинец* – причина летнего листопада – высокое содержание свинца. Свинец попадая в организм человека взаимодействует с сульфидными группами белков, тем самым нарушая и блокируя различные ферментативные системы. Первые симптомы – повышенная активность и бессонница. Они сменяются повышенной утомляемостью, депрессией, нарушением деятельности кишечника, заболеваниями крови и периферической нервной системы.

***Физико-химические*** – аэрозольное загрязнение

*Аэрозоли* – это аэродисперсные (коллоидные) системы, в которых неопределяемо долгое время могут находиться во взвешенном состоянии твердые частицы (пыль), капельки жидкости, образующиеся либо при конденсации паров, либо при взаимодействии газовых сред, либо попадающие в воздушную среду без изменения фазового состава. Воздух или газ являются дисперсной средой, а твердые и жидкие частицы дисперсной фазой. Значительная часть аэрозолей формируется в атмосфере при взаимодействии твердых и жидких частиц между собой или с водяным паром.

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются тепловые электростанции, которые потребляют уголь высокой

зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и сажевые заводы. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава. Чаще всего в них обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода (несгоревший уголь, сажа, смола); реже – оксиды железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка, бериллия, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест. Большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические и ароматические углеводороды, а также соли кислот. Она образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и других подобных предприятиях.

**Биологическое** – случайное, связанное с деятельностью человека проникновение в экосистемы чужеродных организмов. Оно бывает биологическое, микробное. Возникает при работе предприятий, производящих антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки, кормовой белок.

Классификация загрязнения по масштабам:

- локальное – может быть внутриквартирное водоема, города, деревни;
- региональное – авария на Чернобыльской АЭС;
- глобальное – увеличение концентрации  $\text{CO}_2$ .

Классификация загрязнения по количественным характеристикам:

- катастрофические;
- незначительные.

Классификация загрязнения по времени нахождения в природе:

- стойкие;
- нестойкие.

По объектам загрязнения бывают:

- загрязнения атмосферы;
- загрязнения гидросферы;

- загрязнения литосферы (почвы).

*Загрязнения атмосферы*, вызванное деятельностью человека, интенсивно изучается учеными и медиками, поскольку имеет сильный эффект на здоровье людей. Главные источники загрязнения атмосферы: ТЭС, металлургия, Химическая, нефтехимическая, целлюлозно-бумажная отрасли промышленности, автомобильный транспорт. Аэрозольное загрязнение – это загрязнение атмосферы пылью и жидкими частицами. В результате техносферного *загрязнения гидросферы* отмечаются следующие негативные последствия:

- снижается рН пресных вод и увеличивается содержание в них сульфатов и нитратов в результате загрязнения серной и азотной кислотами из атмосферы;

- выбросы кислотных оксидов в атмосферу приводят к подкислению дождевой воды. Просачиваясь в нижние слои почвы, она лучше растворяет карбонатные породы. Это вызывает увеличение содержания в подземных и речных водах ионов кальция, магния и других, т.е. увеличивается жесткость воды;

- повышается содержание в природных водах фосфатов, нитратов, нитритов и аммонийного азота за счет сельскохозяйственных предприятий;

- возрастает содержание в природных водах ионов тяжелых металлов, прежде всего кадмия, ртути, мышьяка и цинка;

- растет содержание в водах органических соединений, прежде всего биологически стойких, в том числе синтетических ПАВ, иногда фиксируются канцерогенные и мутагенные вещества;

- катастрофически снижается содержание кислорода в природных водах, прежде всего в результате повышения его расхода на окислительные процессы, связанные с «цветением» водоемов, а также вследствие загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами;

- при значительном уменьшении кислорода в воде развиваются восстановительные процессы, в частности сульфаты, восстанавливаются до сероводорода;

- существует потенциальная опасность загрязнения природных вод радиоактивными изотопами химических элементов.

*Техногенному загрязнению* подвергается в основном самый верхний, относительно тонкий, слой литосферы – почва.

Почва – это плодородный слой, где производится большинство продуктов питания и сырья для него, поэтому он исключительно важен для человека. Стремясь повысить урожаи выращиваемых культур, человек широко применяет удобрения, пестициды, строит оросительные и осушительные системы. К канцерогенным соединениям, появление которых обусловлено неправильной химизацией сельского хозяйства, относятся га-нитрозосоединения.

Значительное загрязнение плодородного слоя почвы и отчуждение сельскохозяйственных земель вызывает складирование, захоронение промышленных и бытовых твердых отходов. Основная масса твердых отходов образуется на предприятиях отраслей:

- горной и горно-химической промышленности (отвалы, шлаки, «хвосты»);
- черной и цветной металлургии (шлаки, шламы, пыль и т. д.);
- металлообрабатывающих отраслей (отходы, стружка, бракованные изделия);
- лесной и деревообрабатывающей промышленности (отходы лесозаготовки, опилки, стружка);
- энергетической – тепловые электростанции (зола, шлаки);
- химической и смежных отраслей промышленности (шламы, фосфогипс, шлаки, стеклобой, пластмассы, резина и т. п.).

Постепенно растет содержание в бытовых отходах пластика. При сжигании бытовых отходов, содержащих полимерные материалы, возможно образование весьма токсичных соединений, например, диоксинов.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. В чем заключается актуальность изучения проблемы техногенного загрязнения окружающей среды?
2. Что такое экологический кризис? Основные периоды развития экологического кризиса.
3. Какие экологические проблемы выделяют в настоящее время?
4. Что такое загрязнение окружающей среды? Какое воздействие на окружающую среду оказывает человек?
5. Основные типы загрязнений в зависимости от факторов воздействия.
6. Какие виды трансформаций загрязнителей Вы знаете?
7. Перечислите основные источники загрязнения атмосферы и какое влияние они оказывают на здоровье человека.
8. Перечислите основные источники загрязнения гидросферы и какое влияние они оказывают на здоровье человека.
9. Перечислите основные источники загрязнения почвы и какое влияние они оказывают на здоровье человека.
10. Классификация источников техногенного загрязнения окружающей среды.

## РАЗДЕЛ 2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ И АЭРОЗОЛЯМИ

Основным объектом техногенного загрязнения твердыми частицами и аэрозолями является атмосфера. Из 52 Гг глобальных техногенных выбросов в атмосферу более 90 % приходится на углекислый газ и пары воды, которые обычно не относятся к загрязнителям. Техногенные выбросы в воздушную среду насчитывают десятки тысяч индивидуальных веществ. Однако наиболее распространенные загрязнители сравнительно немногочисленны. Это различные твердые частицы (пыль, дым, сажа), окись углерода (CO), диоксид серы (SO<sub>2</sub>), окислы азота (NO и NO<sub>2</sub>), различные летучие углеводороды (C<sub>n</sub>H<sub>x</sub>), соединения фосфора, сероводород (H<sub>2</sub>S), аммиак (NH<sub>3</sub>), хлор (Cl), фтористый водород (HF). Количества первых пяти групп веществ из этого перечня, измеряемые десятками миллионов тонн и выбрасываемые в воздушную среду всего мира и России, представлены в табл. 2.1. Вместе с другими веществами, не указанными в таблице, общая масса выбросов от всех организованных источников, эмиссии которых можно измерить, составляет около 800 млн. т. В эти количества не входят загрязнения воздуха при ветровой эрозии, лесных пожарах и вулканических извержениях. Сюда не входит также та часть вредных веществ, которая улавливается с помощью различных средств очистки отходящих газов.

Наибольшая загрязненность атмосферы приурочена к индустриальным регионам. Около 90 % выбросов приходится на 10 % территории и суши и сосредоточены в основном в Северной Америке, Европе и Восточной Азии. Особенно сильно загрязняется воздушный бассейн крупных промышленных городов, где техногенные потоки тепла и аэрополлютантов, особенно при неблагоприятных метеоусловиях (высоком атмосферном давлении и термоинверсиях), часто создают пылевые купола и явления **смога** – токсичных смесей тумана, дыма, углеводородов и вредных окислов. Такие ситуации сопровождаются сильными превышениями ПДК многих аэрополлютантов.



Таблица 2.1.

Выбросы в атмосферу пяти главных загрязнителей в мире и в России (млн. т)

	ВЕСЬ МИР		РОССИЯ	
	Стационарные источники	Транспорт	Стационарные источники	Транспорт
Твердые частицы	57	80	6,4	3,7
Окись углерода	177	200	7,6	10,1
Диоксид серы	99	0,7	9,2	0,07
Оксид азота	68	20	3,0	1,1
Углеводороды	4	50	0,2	2,0

По данным государственного учета, суммарные выбросы загрязняющих веществ на территории РФ за 1991-1996 гг. уменьшились на 36,3 %, что является следствием падения производства. Но темп снижения выбросов меньше темпа спада производства, а в расчете на единицу ВВП выбросы в атмосферу сохраняются на одном уровне.

Более 200 городов России, население которых составляет 65 млн. человек, испытывают постоянные превышения ПДК токсичных веществ. Жители 70 городов систематически сталкиваются с превышением ПДК в 10 и более раз. Среди них такие города, как Москва, Санкт-Петербург, Самара, Екатеринбург, Челябинск, Новосибирск, Омск, Кемерово, Хабаровск. В перечисленных городах основной вклад в общий объем выбросов вредных веществ приходится на долю автотранспорта, например, в Москве он оставляет – 88 %, в Санкт-Петербурге – 71 %. По валовым выбросам загрязняющих веществ в атмосферу лидирует Уральский экономический район. Наряду с этим Россия в целом не является основным поставщиком вредных выбросов в атмосферу, поскольку поток аэрополлютантов в расчете на одного жителя и на единицу площади страны значительно ниже, чем в США и странах Западной Европы. Зато они заметно выше в расчете на единицу ВВП. Это свидетельствует о высокой ресурсоемкости производства, устаревших технологиях и недостаточности применения средств очистки выбросов. Из 25 тысяч российских предприятий, загрязняющих атмосферу, лишь 38 %

оборудованы пылегазоочистными установками, из которых 20 % не работают или работают неэффективно. Это одна из причин повышенной эмиссии некоторых малых по массе, но токсичных загрязнителей-углеводородов и тяжелых металлов.

Одним из основных загрязнителей атмосферы твердыми частицами и аэрозолями являются теплоэлектростанции (ТЭС). При сжигании угля вся его масса превращается в твердые, жидкие и газообразные отходы. Данные о выбросах главных загрязнителей воздуха при работе ТЭС приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2.

Удельные выбросы в атмосферу при работе ТЭС мощностью 1000 МВт на разных видах топлива, г/кВт·час

Выбросы	Топливо		
	Уголь	Мазут	Природный газ
Частицы	0,4 – 1,4	0,2 – 0,7	0 – 0,5
CO	0,3 – 1,0	0,1 – 0,5	-
NO <sub>x</sub>	3,0 – 7,5	2,4 – 3,0	1,9 – 2,4
SO <sub>2</sub>	6,0 – 12,5	4,2 – 7,5	0 – 0,02

Твердые частицы и аэрозоли в большом количестве образуются при металлургическом переделе полезных ископаемых (табл. 2.3).

Таблица 2.3.

Газовые и пылевые выбросы (до очистки) основных переделов черной металлургии (без коксохимического производства), в кг/т соответствующего продукта

Выбросы	Производство			
	Агломерационное	Доменное	Сталеплавильное	Прокатное
Пыль	20 – 25	100 – 110	13 – 32	0,1 – 0,2
CO	20 - 50	500 – 600	0,4 – 0,6	0,7*
SO <sub>2</sub>	3 - 25	0,2 – 0,3	4 – 35	0,4*
NO <sub>x</sub>			0,3 – 3	0,5*
H <sub>2</sub> S		10 – 60		

\*кг/м поверхности металла

Наиболее распространенным источником техногенного загрязнения аэрозолями является автотранспорт. При оптимальной работе автомобильного двигателя сжигание 1 кг бензина сопровождается потреблением 13,5 кг воздуха и выбросом 14,5 кг отработанных веществ. Их состав отражен в табл. 2.4. Вообще в выхлопе современного автомобиля регистрируется до 200 индивидуальных веществ. Общая масса загрязнителей – в среднем около 270 г на 1 кг сжигаемого бензина – дает в пересчете на весь объем горючего, потребляемого легковыми автомобилями мира, около 340 млн. т. Аналогичный расчет для всего автомобильного транспорта (плюс грузовые автомобили, автобусы) увеличит эту цифру, по меньшей мере, до 400 млн. т. Следует также иметь в виду, что в реальной практике эксплуатации автотранспорта весьма значительны разливы и утечки горючего и масел, образование металлической, резиновой и асфальтовой пыли, вредных аэрозолей.

Таблица 2.4.

Состав отработавших газов автомобиля, % по объему

Компоненты	Двигатели	
	Карбюраторные	Дизельные
N <sub>2</sub>	72 – 75	74 – 76
O <sub>2</sub>	0,3 – 0,8	1,5 – 3,6
H <sub>2</sub> O	3 – 8	0,8 – 4
CO <sub>2</sub>	10 – 14,5	6 – 10
CO	0,5 – 1,3	0,1 – 0,5
NO <sub>x</sub>	0,1 – 0,8	0,01 – 0,5
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,2 – 0,3	0,02 – 0,5
Альдегиды	0 – 0,2	0- 0,01
Частицы, г/м <sup>3</sup>	0,1 – 0,4	0,1 – 1, 5
Бензопирен, мкг/м <sup>3</sup>	10 – 20	до 10

С автотранспортом напрямую связывают такое сильное загрязнение атмосферного воздуха в больших городах и промышленных центрах, как смог (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Смог над городом

Впервые термин «смог» был введен доктором Генри Антуаном де Во (англ. Henry Antoine Des Voeux) в 1905 году в статье «Туман и дым» (англ. Fog and Smoke), написанной для Публичного Конгресса о здоровье. 26 июля 1905 года лондонская газета Daily Graphik процитировала его: «Он сказал, что нет нужды в науке, чтобы понять, что этот дымовой туман – смог – порождение города, которое не встречается в сельской местности».

Смог бывает следующих типов:

- Влажный смог лондонского типа – сочетание тумана с примесью дыма и газовых отходов производства.

В декабре 1952 г. за 3-4 дня, в течение которых над Лондоном держался смог, погибли 4 тыс. человек, столько же, сколько во время эпидемии холеры в 1854 г. Сам по себе туман не опасен для человеческого организма. Он становится вредным, когда сильно загрязнен ядовитыми примесями. В

лондонском смоге такой токсической примесью был диоксид серы, концентрация которого достигала 5-10 мг/м<sup>3</sup>.

- Ледяной смог аляскинского типа – смог, образующийся при низких температурах из пара отопительных систем и бытовых газовых выбросов.
- Радиационный туман – туман, который появляется в результате радиационного охлаждения земной поверхности и массы влажного приземного воздуха до точки росы.

Обычно радиационный туман возникает ночью в условиях антициклона при безоблачной погоде и легком бризе. Часто радиационный туман возникает в условиях температурной инверсии, препятствующей подъему воздушной массы.

В промышленных районах может возникнуть крайняя форма радиационного тумана – смог.

- Сухой смог лос-анджелесского типа – смог, возникающий в результате фото-химических реакций, которые происходят в газовых выбросах по действием солнечной радиации; устойчивая синеватая дымка из едких газов без тумана.
- Фотохимический смог – смог, основной причиной возникновения которого считаются автомобильные выхлопы.

Автомобильные выхлопные газы и загрязняющие выбросы предприятий в условиях инверсии температуры вступают в химическую реакцию с солнечным излучением, образуя озон. Фотохимический смог может вызвать поражение дыхательных путей, рвоту, раздражение слизистой оболочки глаз и общую вялость. В ряде случаев в фотохимическом смоге могут присутствовать соединения азота, которые повышают вероятность возникновения раковых заболеваний.

*Фотохимический смог.* Фотохимический туман представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц первичного и вторичного происхождения. В состав основных компонентов смога входят озон, оксиды азота и серы, многочисленные органические соединения перекисной природы, называемые в совокупности фотооксидантами. Фотохимический смог возникает

в результате фотохимических реакций при определенных условиях: наличие в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, интенсивной солнечной радиации и безветрие или очень слабого обмена воздуха в приземном слое при мощной и в течение не менее суток повышенной инверсии. Устойчивая безветренная погода, обычно сопровождающаяся инверсиями, необходима для создания высокой концентрации реагирующих веществ.

Такие условия создаются чаще в июне – сентябре и реже зимой. При продолжительной ясной погоде солнечная радиация вызывает расщепление молекул диоксида азота с образованием оксида азота и атомарного кислорода. Атомарный кислород с молекулярным кислородом дают озон. Казалось бы, последний, окисляя оксид азота, должен снова превращаться в молекулярный кислород, а оксид азота – в диоксид. Но этого не происходит. Оксид азота вступает в реакции с олефинами выхлопных газов, которые при этом расщепляются по двойной связи и образуют осколки молекул, и избыток озона.

В результате продолжающейся диссоциации новые массы диоксида азота расщепляются и дают дополнительные количества озона. Возникает циклическая реакция, в результате которой в атмосфере постепенно накапливается озон. Этот процесс в ночное время прекращается. В свою очередь озон вступает в реакцию с олефинами. В атмосфере концентрируются различные перекиси, которые в сумме и образуют характерные для фотохимического тумана оксиданты. Последние являются источником, так называемых свободных радикалов, отличающихся особой реакционной способностью. Такие смоги – нередкое явление над Лондоном, Парижем, Лос-Анджелесом, Нью-Йорком, Пекином и другими городами. По своему физиологическому воздействию на организм человека они крайне опасны для дыхательной и кровеносной систем и часто бывают причиной преждевременной смерти городских жителей с ослабленным здоровьем.

Смог наблюдается обычно при слабой турбулентности (завихрение воздушных потоков) воздуха, и, следовательно, при устойчивом распределении

температуры воздуха по высоте, особенно при инверсиях температуры, при слабом ветре или штиле.

Можно выделить два типа смога: связанный с загрязнением воздуха выхлопными газами транспорта, содержащими окислы азота, и связанный с загрязнением атмосферы копотью и дымами, содержащими двуокись серы. Необходимой составной частью процесса образования смога первого типа (лос-анджелесского смога) являются фотохимические реакции; во втором случае (лондонский смог) фотохимические реакции могут участвовать в образовании смога, но их участие не является обязательным.

Таблица 2.5.

Сравнение смогов Лос-Анджелеса и Лондона

<b>Характеристика</b>	<b>Лос-Анджелес</b>	<b>Лондон</b>
Температуры воздуха	От 24 до 320 С	От - 1 до 40 С
Относительная влажность	< 70 %	85 % (+ туман)
Инверсия температуры	На высоте 1000 м	На высоте нескольких сотен метров
Скорость ветра	< 3 м/с	Безветренно
Месяцы наиболее частого появления	Август – сентябрь	Декабрь – январь
Основные топлива	Бензин	Уголь (и бензин )
Основные составляющие	О <sub>3</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , СО, органические вещества	Мелкие частицы СО, соединения серы
Тип химических реакций	Окисление	Восстановление
Время максимального сгущения	Полдень	Раннее утро
Основное воздействие на здоровье	Раздражение глаз, нарушение дыхания	Раздражение дыхательных путей
Наиболее повреждаемые материалы	Резина	Железо, бетон

Как видно из табл. 2.5, лос-анджелесский смог появляется при более высокой температуре и меньшей влажности, чем лондонский. Основные особенности фотохимического смога, наблюдаемого в Лос-Анджелесе, следующие:

- смог образуется в ясную солнечную погоду при низкой влажности воздуха, причем максимальная концентрация вызывающих раздражение веществ наблюдается вскоре после полудня;
- химически он действует как окислитель и вызывает растрескивание резины;
- смог наблюдается в виде беловатого тумана, однако ухудшение видимости – наименее серьезный эффект по сравнению с другими;
- смог вызывает у людей раздражение глаз и губит листву у растений;
- исходные вещества, из которых формируется фотохимический смог, входят в состав автомобильных выхлопных газов, присутствующих в воздухе в больших количествах, но поставщиком исходных веществ может служить и биосфера. Так, например, в результате жизнедеятельности нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий почвы, из сточных вод, из открытых водоемов в атмосферу поступает большое количество закиси азота  $N_2O$ . В атмосфере  $N_2O$  подвержен окислению нечетным кислородом (озоном или атомарным кислородом), в результате чего происходит образование  $NO$ .

Сжигание горючих ископаемых и других видов топлива сопровождается выбросом углекислого газа в атмосферу. Увеличение количества углекислого газа в результате антропогенного воздействия ведет к изменению теплового баланса Земли. Углекислый газ пропускает падающее на Землю солнечное излучение, но поглощает отраженное от Земли длинноволновое инфракрасное излучение. Это приводит к нагреванию атмосферы.



## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что относится к основным загрязнителям окружающей среды из числа твердых частиц и аэрозолей?
2. Назовите источники загрязнения атмосферы твердыми частицами и аэрозолями?
3. Перечислите основные выбросы в атмосферу, которые оказывают негативное влияние на состояние окружающей среды и здоровье человека.
4. В каких городах России постоянно идет превышение ПДК токсичных веществ в атмосфере? Почему?
5. Чем опасны выбросы от автотранспорта? Какие вредные компоненты они содержат?
6. Что такое смог? Перечислите типы смога.
7. Перечислите основные характеристики смога, определяющие его вид.
8. Какое негативное воздействие оказывает смог на окружающую среду и здоровье человека?

### РАЗДЕЛ 3. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

К тяжелым металлам относятся более 40 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева, масса атомов которых составляет свыше 50 атомных единиц. Группа «тяжелых металлов» во многом совпадает с понятием «микроэлементы», поэтому такие химические элементы как свинец, цинк, кадмий, ртуть, молибден, хром, марганец, никель, олово, кобальт, титан, медь, ванадий являются тяжелыми металлами.

Известно около сорока различных определений термина тяжелые металлы, и невозможно указать на одно из них, как наиболее принятое. Соответственно, список тяжелых металлов согласно разным определениям будет включать разные элементы. Используемым критерием может быть атомный вес свыше 50, и тогда в список попадают все металлы, начиная с ванадия, независимо от плотности. Другим часто используемым критерием является плотность, примерно равная или большая плотности железа ( $8 \text{ г/см}^3$ ), тогда в список попадают такие элементы как свинец, ртуть, медь, кадмий, кобальт, а, например, более легкое олово выпадает из списка. Некоторые классификации делают исключения для благородных и редких металлов, не относя их к тяжелым; некоторые исключают не цветные металлы (железо, марганец).

Термин «тяжелые металлы» чаще всего рассматривается не с химической, а с медицинской и природоохранной точек зрения и, таким образом, учитываются не только химические и физические свойства элемента, но и его биологическая активность и токсичность, а также объем использования химического элемента в хозяйственной деятельности.

Источники поступления тяжелых металлов делятся на природные (выветривание горных пород и минералов, эрозийные процессы, вулканическая деятельность) и техногенные (добыча и переработка полезных ископаемых, сжигание топлива, движение транспорта, деятельность сельского хозяйства). Часть техногенных выбросов. Поступающих в природную среду в виде тонких

аэрозолей, переносится на значительные расстояния и вызывает глобальное загрязнение.

Другая часть поступает в бессточные водоемы, где тяжелые металлы накапливаются и становятся источником вторичного загрязнения, т. е. образования опасных загрязнений в ходе физико-химических процессов, идущих непосредственно в среде (например, образование из нетоксичных веществ ядовитого газа фосгена). Тяжелые металлы накапливаются в почве, особенно в верхних гумусовых горизонтах, и медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии и дефляции – выдувании почв.

Период полуудаления или удаления половины от начальной концентрации составляет продолжительное время: для цинка – от 70 до 510 лет, для кадмия – от 13 лет до 110 лет, для меди – от 310 до 1500 лет и для свинца – от 740 до 5900 лет. В гумусовой части почвы происходит первичная трансформация попавших в нее соединений.

Тяжелые металлы обладают высокой способностью и к многообразным химическим, физико-химическим и биологическим реакциям. Многие из них имеют переменную валентность и участвуют в окислительно-восстановительных процессах. Тяжелые металлы и их соединения, как и другие химические соединения, способны перемещаться и перераспределяться в средах жизни, т. е. мигрировать.

Миграция соединений тяжелых металлов происходит в значительной степени в виде органоминеральной составляющей. Часть органических соединений, с которыми связываются металлы, представлена продуктами микробиологической деятельности. Ртуть характеризуется способностью аккумулироваться в звеньях «пищевой цепи» (об этом шла речь ранее). Микроорганизмы почвы могут давать устойчивые к ртути популяции, которые превращают металлическую ртуть в токсические для высших организмов вещества. Некоторые водоросли, грибы и бактерии способны аккумулировать ртуть в клетках.

Ртуть, свинец, кадмий входят в общий перечень наиболее важных загрязняющих веществ окружающей среды, согласованный странами, входящими в ООН.

Тяжелые металлы – это, прежде всего, яды, которые с относительно небольшой избирательностью накапливаются в разных органах и тканях человека и дают широкий спектр патологических симптомов. Особенно опасно попадание тяжелых металлов на ранних стадиях онтогенеза.

Свинец при определенном уровне накопления способен поражать систему кроветворения, нервную систему, печень, почки. Хронические отравления свинцом известны с глубокой древности в форме «сатурнизма» – слабости, малокровия, кишечных коликов, нервных расстройств. Широкое распространение свинца в современной техносфере (промышленные эмиссии, выхлопы автомобилей, краски, изделия и т. п.) и невозможность вторичного использования его значительной части создает многочисленные свинцовые аномалии в селитебной среде. Поступая в организм с водой, вдыхаемым воздухом или пищей, свинец образует соединения с органическими веществами.

Многие из этих соединений нейротропны и способны вызывать поражения нервной системы и головного мозга. Особенно опасны скрытые хронические отравления свинцом у детей, проявляющиеся в виде неврологических расстройств, нарушений психомоторики, внимания и т. п.

Ртуть из почвенный и водных аномалий проходит по трофическим цепям и попадает в организм человека с пищей или другим путем. При массивных разливах металлической ртути наиболее опасно вдыхание ее паров. Она сильнее всего накапливается в печени и почках, приводя к нарушениям обмена веществ и выделительной функции. Ртуть в результате деятельности микроорганизмов легко метилируется и связывается с сульфгидрильными группами белков. Эти соединения также нейротропны. Найдено, что повышенное содержание метилртути в теле беременных женщин приводит к явлениям церебрального паралича и задержке психомоторной активности у родившихся детей.

В середине 50-х годов у жителей рыбацких поселков на берегу бухты Минамата в Японии возникло заболевание, выражавшееся в нарушениях органов чувств и поведения («болезнь Минамата»). Более 60 человек умерли. Из деревень исчезли кошки. Позднее было установлено, что первичной причиной болезни была метилртуть, попадавшая в морскую воду со стоками химической фабрики. Соединение накапливалось в морских организмах и рыбе, потребляемых жителями. Лишь в 1997 г. был снят карантин с бухты Минамата.

Кадмий по механизму внедрения в организм сходен с ртутью, но задерживается в органах намного дольше. Он вытесняет кальций и замещает цинк в составе биомолекул. Накапливаясь в печени и почках, кадмий вызывает почечную недостаточность и другие нарушения. В 40 – 60-х гг. сильное техногенное загрязнение кадмием воды и почвы, рисовых полей в одном из районов Японии вызвало массовое заболевание местных жителей, выражавшееся в сочетании острого нефрита с размягчением и деформациями костей (болезнь «итай-итай»). У детей хроническое отравление кадмием вызывает нейропатии и энцефалопатии, сопровождающиеся, в частности, нарушениями речи.

Мышьяк является сильным ингибитором ряда ферментов в организме и способен вызывать острые отравления. Совокупность симптомов, обусловленных постепенным отравлением людей соединениями мышьяка в коксохимическом производстве Италии, получила в 60-х годах название болезни «чизолла». Хроническое действие малых доз соединений мышьяка способствует возникновению рака легких и кожи, так как мышьяк сильно повышает чувствительность слизистых к другим канцерогенам, а кожных покровов – к ультрафиолетовым лучам. Тератогенные эффекты мышьяка вызывают нарушения репродуктивной функции организма и появляются расщеплении неба («волчья пасть»), микрофтальмии, недоразвитии мочеполовой системы.

Таллий, как и мышьяк, поражает периферическую систему, что проявляется в нарушениях нервной трофики, мышечной слабости и изменении кожной чувствительности. Симптомы хронического отравления таллием

выражаются в повышенной нервозности, нарушениях сна, быстрой утомляемости, суставных болях, выпадении волос.

Сходные патологические проявления наблюдаются при хроническом отравлении и другими тяжелыми металлами. Все они при определенном уровне накопления в организме обладают мутагенным (связанным с нарушением генетического кода) и эмбриотоксическим действием, а некоторые соединения свинца, кадмия, мышьяка и хрома – канцерогенным эффектом.

Одним из широко распространенных источников тяжелых металлов являются горнопромышленные отходы (ГПО), образующиеся в процессе добычи и переработки минерального сырья.

Отделенные от массива и (или) подвергнутые переделу, а затем складированные руды и горные породы приобретают свойства, не характерные для их коренного залегания. С позиций синергетики все объекты размещения ГПО являются ярко выраженными прогрессивно самоорганизующимися диссипативными структурами. Атмосферные воздействия и естественные процессы химического и биологического выщелачивания, оказываемые на них в период длительного хранения, приводят к значительным изменениям и разрушениям их рудных составляющих, в результате чего полезные компоненты перераспределяются и элиминируются в окружающие территории, превращаясь в поллютанты, а сам объект со временем обесценивается.

Особенно значительное преобразование геохимического облика ГПО отмечается при использовании флотационного способа обогащения полезных ископаемых, отличительной особенностью которого является широкое использование различных органических соединений, способствующих формированию в ГПО сложных поликомпонентных органо-минеральных комплексов, не имеющих природных аналогов.

Как пример, иллюстрирующий происходящие в ГПО процессы и связанные с ними негативные для окружающей среды последствия, можно привести техногенный объект «Отвалы Аллареченского месторождения», расположенный в Печенгском районе Мурманской области.

Данный техногенный объект (ТО), представляет собой отвал горных пород, образованный отходами добычи коренного Аллареченского месторождения сульфидных медно-никелевых руд, разработка которого велась открытым способом и была завершена в 1971 году. Основными полезными ископаемыми, добываемыми из месторождения, были: никель, медь и кобальт.

В процессе эксплуатации месторождения были образованы новые формы рельефа – карьер площадью в верхней части 1000x300 метров и глубиной более 70 метров, который в настоящее время затоплен, и сформирован отвал, превышение абсолютных отметок которого над окружающим рельефом составляет ~ 50 метров, а общий объем пород оценивается в 6,7 млн. м<sup>3</sup> (более 12 млн. тонн). Также был значительно изменен гидрологический режим местности (было перенесено русло реки Алла). После завершения эксплуатации и карьер, и отвалы, и нарушенные земли были заброшены.

Породы отвала представлены вскрышными, преимущественно безрудными гнейсами, гранито-гнейсами, амфиболитами и в разной степени оруденелыми вмещающими породами: перидотитами, оливинитами, контактовыми амфиболитами и др. Состав мелкозернистой фракции определяют раздробленные в процессе взрывных работ вмещающие и вскрышные породы, а также вскрышные четвертичные флювиогляциальные и озерно-ледниковые отложения.

Гранулометрический состав отвала весьма неравномерен и характеризуется следующими усредненными параметрами: (-2000 + 500 мм) – 5-15 %; (-500 + 300 мм) – 15-25 %; (-300 + 150 мм) – 25-35 %; (-150 + 5 мм) – 25-30 %; (-5 мм) – 10-15 %.

Руды отвала представлены двумя морфологическими типами: массивными (сплошными) и вкрапленными. Основными рудными минералами обоих типов являются: пирротин, пентландит и реже халькопирит, которые находятся в тесной парагенетической связи с магнетитом.

Доминирующим концентратором никеля в руде является пентландит. Его средний химический состав, определенный по данным микронзондовых анализов,

в массивных рудах соответствует формуле:  $(\text{Ni}_{4.65}\text{Fe}_{4.26}\text{Co}_{0.08})_{8.99}\text{S}_{8.00}$ ;  
во вкрапленных рудах:  $(\text{Ni}_{4.50}\text{Fe}_{4.44}\text{Co}_{0.08})_{8.02}\text{S}_{8.98}$ .

Относительно небольшая доля никеля приходится на пирротин. Средний химический состав, по данным микросондовых анализов, в массивных рудах соответствует формуле:  $(\text{Fe}_{6.98}\text{Ni}_{0.03})_{7.01}\text{S}_{7.99}$ ; во вкрапленных:  $(\text{Fe}_{7.06}\text{Ni}_{0.04})_{7.10}\text{S}_{7.90}$ .

Медь сконцентрирована преимущественно в составе тетрагонального халькопирита. Химический состав этого минерала практически одинаков во всех рудах и отвечает стехиометрии  $(\text{Cu,Fe})\text{S}_2$ .

Единственным концентратором кобальта в рудах является пентландит.

Преобладающая часть всей рудной массы сгруппирована во фракционном интервале - 150 + 40 мм, хотя обломки вкрапленных руд могут достигать метра и более.

Атмосферные воздействия, оказываемые на первичные руды в период их длительного нахождения в породном отвале, и связанные с ними гипергенные процессы привели к появлению окисленных руд. В результате окисления значительная часть руды потеряла свои первоначальные качества. Так, если в богатых разновидностях первичных руд содержания полезных компонентов достигают: Ni – 18 %, Cu – 8 %, Co – 0,3 %, то в их окисленных аналогах максимальные обнаруженные содержания не превышают: Ni – 3,3 %, Cu – 2,0 %, Co – 0,05 %.

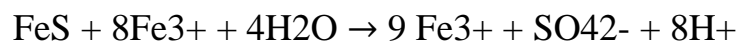
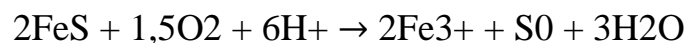
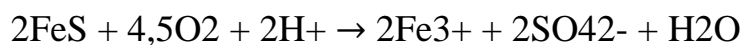
Особенно подвержен гипергенезу массивные руда пирротин-пентландитового ряда из-за неустойчивости основных слагающих их минералов, что наблюдается визуально – обломки этих руд покрываются корочкой гидроокислов железа, начинают шелушиться и рассыпаться.

Помимо физического разрушения, в рудах постоянно происходят химические реакции. Так, в процессе пробоподготовки вкрапленных руд к лабораторным исследованиям, было отмечено выделение микро-капель серной кислоты, которая видимо, резервируется в породообразующих силикатах вокруг сульфидных зерен.

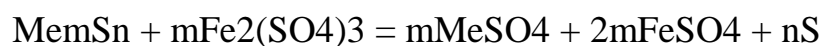


Немаловажную роль в процессах разрушения руд играет естественное бактериальное выщелачивание. Несмотря на то, что объект географически приурочен к арктической зоне, в процессе проведения исследовательских работ в пробах воды и в рудах были обнаружены тионовые ацидофильные железобактерии и серо-окисляющие бактерии. Выявление бактерий осуществлялось посевами на питательную среду Сильвермана и Люндгрена 9 К. При этом штаммы бактерий показали высокую окислительную активность – до 20-23 г/литр Fe<sup>2+</sup> в сутки.

Как известно, основой обеспечения жизнедеятельности железобактерий является их способность к окислению (переводу) закисного железа (Fe<sup>2+</sup>) в окисное (Fe<sup>3+</sup>). Наиболее легко окисляемым рудным минералом объекта является пирротин, реакция биологического окисления которого осуществляется, например, по следующей схеме:



В свою очередь, образуемый в процессе данной реакции сульфат окиси железа, также является сильным окислителем сульфидов и взаимодействует с ними по известной реакции:



В обычных условиях получаемый в результате этой реакции сульфат закиси железа в кислых растворах очень медленно окисляется до сульфата окиси железа, но в присутствии микроорганизмов скорость его окисления увеличивается в десятки тысяч раз, что намного ускоряет процесс разрушения сульфидов.

В результате химических и биохимических изменений в рудах появляются характерные гипергенные минералы, такие, как ковеллин (CuS), самородная медь, виоларит, ретгерсит ( $\alpha\text{-Ni [SO}_4\text{]} \times 6\text{H}_2\text{O}$ ) и подобные ему.

Обращает на себя внимание постоянное присутствие в рудах виоларита. Его средний химический состав, по данным микронзондовых анализов, соответствует формуле:  $(\text{Ni}_{1,52}\text{Fe}_{1,14}\text{Co}_{0,04})_{3,00}\text{S}_{4,00}$ . В результате гипергенеза виоларит замещает пентландит, значительно ухудшая первоначальные качества руды. Под электронным микроскопом виоларит часто наблюдается в сростках с гетитом ( $\alpha\text{-FeOOH}$ ) и обладает многочисленными трещинами, что свидетельствует о дефиците объема в результате выноса железа.

Особо отмечается повсеместное распространение ретгерсита, который образует хорошо заметные сине-зеленые натёки на вмещающих породах, частично аккумулируется в мелкозернистой фракции, а также, вследствие своей легкой растворимости, выносится вместе с атмосферными осадками и паводковыми водами на нижние горизонты и за пределы отвалов.

Показательны результаты тестирования наличия водорастворимых минералов в мелкозернистой (-3 + 0 мм) фракции, проведенного в пробе с содержаниями: Ni 0,36 %, Cu 0,41 %, S 1,57 %. Тестирование длилось в течение трех часов, при постоянном перемешивании воды, имеющей температуру 950 С (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Результаты тестирования наличия водорастворимых минералов, содержащихся в мелкозернистой фракции (- 3 + 0мм) фракции

Выход нерастворимого остатка %	Eh, мВ	рН	Конечный раствор			Извлечение в раствор, %		
			Плотность, г/см <sup>3</sup>	Концентрация, г/см <sup>3</sup>		Ni	Cu	
				Ni	Cu			Fe
98,5	373	3,11	1,003	0,127	-	0,05	14,5	-

Из приведенных данных видно, что в количественном отношении сульфаты никеля в классе крупности - 3 + 0 мм аккумулируют в себе не более

14,5 % от общего никеля. Но, учитывая, что этот класс по объему составляет 10-15 % всего отвала, а также повсеместное распространение ретгерсита в крупнозернистой фракции, следует ожидать, что около 3 – 4 %, или 200-250 тонн (с учетом ресурсов и запасов) общего никеля, ТО представлено его сульфатами.

Отсутствие растворимых (сульфатных) форм меди в тестовых опытах однозначно указывает на более интенсивную способность к окислению и растворению никеля в сравнении с медью.

Таким образом, очевиден вывод, что пентландит, основной полезный минерал, содержащийся в отвалах, в силу своей неустойчивости в гипергенных процессах, одновременно является доминирующим источником приоритетных загрязнителей окружающих территорий – никеля и кобальта. Оба металла по показателю вредности являются санитарно-токсикологическими и относятся ко II классу опасности.

С целью определения уровня ареалов загрязнения участка расположения ТО «Отвалы Аллареченского месторождения» в 2010 году был проведен экологический мониторинг, позволивший оценить состояние местных экосистем и направление максимальной миграции токсичных веществ. В процессе работ по мониторингу опробовались поверхностные воды, мох (*Pleurozium schreberi*) и верхний органогенный почвенный горизонт (A0).

Анализ поверхностных вод выявил загрязненность всех водоемов, расположенных в непосредственной близости к отвалам, никелем (превышение ПДК в 3-79 раз). Также во всех водоемах нарушен типичный порядок распределения главных ионов, характерный для вод пресных озер. Особенно загрязнено болото, примыкающее к отвалам с южной стороны, в котором концентрации Ni превышают ПДК в 4736 раз; Cu в 1,2 раза; Co в 5,3 раз; Mn в 5,5 раз; аниона (SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup> в 1,8 раз; а содержание Cd почти критическое. Вода в этом болоте имеет кислую среду (pH=3,65).

Вода затопленного карьера оказалась менее загрязненной, чем предполагалось. Связано это с протеканием процессов сульфатредукции, в результате которых образуется сероводород и продукты диссоциации.

По данным батиметрических наблюдений, произведенных в различных участках карьера, содержащаяся в нем вода характеризуется слабощелочными свойствами  $pH=7,4-8,0$  и имеет слабо-отрицательный окислительно-восстановительный потенциал  $Eh$ , варьирующий от 10 до 35 мВ. Проводимые в течение трех лет наблюдения показали, что содержание никеля в воде карьера остается практически неизменным и составляет 0,6-0,8 мг/литр. Таким образом, можно сделать вывод, что остатки руды на дне и бортах карьера не окисляются и не оказывают влияние на степень загрязнения поверхностных вод участка, а сам карьер выступает в роли геохимического барьера. Тем не менее, вода карьера, с учетом его геометрии и размера, постоянно аккумулирует в себе около 5 тонн никеля.

Не менее загрязненными оказались почвы. Так, в верхнем органогенном почвенном горизонте болота, расположенного с южной стороны отвала, выявленные концентрации тяжелых элементов превысили условно-фоновые показатели: Ni в 877 раз, Cu в 227 раз, Co в 61 раз. Но наибольшее загрязнение было отмечено на достаточном удалении от отвала, в левом берегу бывшего русла реки Аллы. Превышение концентраций поллютантов в этом месте в сравнении с условно-фоновыми показателями составили: Ni в 1172 раза, Cu в 123 раза, Co в 233 раза.

В результате техногенной нагрузки на прилегающих к отвалу территориях наблюдается прогрессирующая деградация экосистем. Некоторые участки превратились в техногенную пустошь. При этом площадь пострадавших территорий значительно превышает площадь подошвы самого отвала.

Результаты химического анализа образцов мха *Pleurozium schreberi* участка не выявили значительного превышения условно-фоновых содержаний, характерных в целом для района расположения отвала.

Тот факт, что мхи и лишайники концентрируют в себе химические элементы из сухих и мокрых атмосферных выпадений, в результате чего используются в качестве биоиндикаторов атмосферного загрязнения, указывает, что загрязнение участка обусловлено только длительным воздействием ядовитых стоков отвала. При этом направление миграции поллютантов контролируется формами рельефа и осуществляется вдоль старого русла реки Алла.

О масштабах миграции тяжелых металлов можно судить по данным геологического мониторинга, проведенного ЗАО «Теллур СПб» по договору с ООО «Печенгагеология», на площадях, расположенных южнее участка размещения ТО «Отвалы Аллареченского месторождения». Так, в процессе работ было зафиксировано загрязнение приустьевых вод р. Алла в месте ее впадения в озеро Рошъяур (точка опробования находится в 3-х км от границы затопленного карьера). Обнаруженные содержания никеля – 67,1 мг/литр, кобальта 54,7 мг/литр превышают ПДК, соответственно, в 3355 и 547 раз. Так же существенно загрязненными оказались почва приустьевого участка и донные отложения озера. Опасность загрязнения донных отложений заключается в том, что накопленные в них тяжелые металлы, при изменении физико-химических условий на водосборной площади и в самом водоеме, а так же при снижении антропогенной нагрузки, могут снова поступать в водную толщу и значительно влиять на состояние водных ресурсов. Таким образом, существует реальная угроза загрязнения крупнейшей водной артерии Кольского полуострова – реки Тулома, в которую по системе водотоков поступает вода из озера Рошъяур.

Таким образом, процесс длительного хранения даже крупнообломочных ГПО приводит к потере первоначальных качеств руды и сопровождается масштабной миграцией агрессивных компонентов, в том числе и рудных, в окружающие территории, в результате чего объект размещения ГПО обесценивается как источник минеральных ресурсов. При этом наносится непоправимый экологический ущерб, так со временем ТО превращается лишь в источник постоянно негативного воздействия на окружающую среду.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое «тяжелые металлы»? Какие химические элементы к ним относятся?
2. Источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду.
3. Какие свойства тяжелых металлов относят к негативным?
4. Укажите чем опасны ртуть, кадмий, мышьяк, таллий и др. тяжелые металлы для человека и окружающей среды.
5. Горнопромышленные отходы. Что это такое? Виды ГПО.
6. Воздействие ГПО на состояние окружающей среды и здоровье человека (на примере ТО «Отвалы Аллареченского месторождения»).

## РАЗДЕЛ 4. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РАДИОНУКЛИДАМИ

Научные открытия и развитие физико-химических технологий в XX в. привели к появлению искусственных источников радиации, представляющих большую потенциальную опасность для человечества и всей экосферы. Этот потенциал на много порядков больше естественного радиационного фона, к которому адаптирована вся живая природа.

Фон обусловлен рассеянной радиоактивностью земной коры, проникающим космическим излучением, потреблением с пищей биогенных радионуклидов и составлял в недавнем прошлом 8-9 микрорентген в час (мкР/ч), что соответствует среднегодовой эффективной дозе для жителя Земли в 2 миллизиверта (мЗв). Рассеянная радиоактивность обусловлена наличием в среде следовых количеств природных радиоизотопов с периодом полураспада ( $T^{1/2}$ ), более  $10^5$  лет (в основном урана и тория), а также радием, радоном и радиоактивными изотопами калия и углерода. Газ радон в среднем дает от 30 до 50 % естественного фона облучения наземной биоты. Из-за неравномерности распределения источников излучения в земной коре существуют некоторые региональные различия фона и его локальные аномалии.

Указанный уровень был характерен для доиндустриальной эпохи. Научно-технический прогресс индустриальной эпохи характеризовался зарождением новой науки – ядерной физики, что привело к созданию управляемых ядерных реакторов и атомного оружия. Все это привело к увеличению числа присутствующих в окружающей среде радионуклидов и на несколько порядков – их массу на поверхности планеты. Главную радиационную опасность представляют запасы ядерного оружия, топлива и радиоактивные осадки, которые образовались в результате ядерных взрывов или аварий и утечек в ядерно-топливном цикле – от добычи и обогащения урановой руды до захоронения отходов. В мире накоплены десятки тысяч тонн расщепляющихся материалов, обладающих колоссальной суммарной активностью.

С 1945 по 1996 г. США, СССР, Англия, Франция и Китай произвели в надземном пространстве более 400 ядерных взрывов. В атмосферу поступила большая масса сотен различных радионуклидов, которые постепенно выпали на всей поверхности планеты. Их глобальное количество почти удвоили ядерные катастрофы, произошедшие на территории бывшего СССР. Долгоживущие радиоизотопы (углерод-14, цезий-137, стронций-90 и др.) и сегодня продолжают излучать, создавая приблизительно 2 %-ную добавку к фону радиации. Последствия атомных бомбардировок, ядерных испытаний и аварий еще долго будут сказываться на здоровье облученных людей и их потомков. Суммарная ожидаемая эффективная доза от всех ядерных взрывов и аварий составляет в настоящее время 28 млн. чел.-Зв. К 1996 г. человечество получило лишь около 15 % этой дозы. Остальную часть оно будет получать еще тысячи лет.

Значительное количество радиоактивных материалов находится на Севере Европейской территории России вблизи баз Северного флота (районы Мурманска и Архангельска) и на Новой Земле. Суммарная количественная оценка этих скоплений отсутствует. Подвергается опасности радиоактивного загрязнения весь Арктический регион России. Здесь эксплуатируется более 170 ядерных энергоблоков, базируется самый мощный в мире атомный ледокольный флот, расположен полигон испытаний ядерного оружия, производятся подземные ядерные взрывы в мирных целях. Обоснованные опасения вызывают не санкционированные на международном уровне захоронения РАО на дне морей, а также затонувшие корабли с ядерными реакторами и ядерным оружием на борту. Количество РАО, затопленных в морях региона, составляет 2/3 от активности всех отходов, захороненных в Мировом океане.

На территории России действуют 9 АЭС с реакторами РБМК (чернобыльского типа) и ВВЭР. Проверки, производимые по стандартам международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), показывают, что станции находятся в удовлетворительном состоянии. Однако специалисты считают, что в ближайшие годы может начаться остановка реакторов, поскольку многие из них уже исчерпали значительную часть своего ресурса. Каждый год



на АЭС и других радиационно-опасных объектах случаются инциденты, которые квалифицируются по международной шкале аварий и событий, в основном, как «происшествия» (незначительные, средней тяжести, серьезные).

Не только нынешнее, но и последующие поколения будут помнить Чернобыль и ощущать последствия этой катастрофы. В результате взрывов и пожара при аварии на четвертом энергоблоке ЧАЭС с 26 апреля по 10 мая 1986 г. из разрушительного реактора было выброшено примерно 7,5 т ядерного топлива и продуктов деления с суммарной активностью около 50 млн. Ки. По количеству долгоживущих радионуклидов этот выброс соответствует 500-600 Хиросимам.

Из-за того, что выброс радионуклидов происходил более 10 суток при меняющихся метеоусловиях, зона основного загрязнения имеет веерный, пятнистый характер. Кроме 30-километровой зоны, на которую пришлась большая часть выброса, в разных местах в радиусе до 250 км были выявлены участки, где загрязнение достигло 200 Ки/км<sup>2</sup>. Общая площадь «пятен» с активностью более 40 Ки/км<sup>2</sup> составила около 3,5 тыс. км<sup>2</sup>, где в момент аварии проживало 190 тыс. человек. Всего радиоактивным выбросом ЧАЭС в разной степени было загрязнено 80 % территории Белоруссии, вся северная часть Правобережной Украины и 19 областей России. В целом по РФ загрязнение, обусловленное аварией на ЧАЭС с плотностью 1 Ки/км<sup>2</sup> и выше, охватывает более 57 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет 1,6 % площади ЕТР (табл. 4.1). Следы Чернобыля обнаружены в большинстве стран Европы, а также в Японии, на Филиппинах, в Канаде. Катастрофа приобрела глобальный характер.

И сегодня, через 15 лет после чернобыльской трагедии, существуют противоречивые оценки ее поражающего действия и причиненного экономического ущерба. Согласно опубликованным данным, из 400 тыс. человек, участвовавших в ликвидации последствий аварии, более 10 тыс. ликвидаторов умерли, 30 тыс. стали инвалидами. Полмиллиона человек до сих пор проживает на загрязненных территориях. Точных данных о количестве облученных и полученных дозах нет. Нет и однозначных прогнозов

о возможных генетических последствиях. Подтверждается тезис об опасности длительного воздействия на организм малых доз радиации. В районах, подвергшихся радиоактивному заражению, неуклонно растет число онкологических заболеваний, особенно выражен рост рака щитовидной железы у детей.

На большей части территории Российской Федерации мощность дозы гамма излучения на местности соответствует фоновым значениям и колеблется в пределах 10-20 мкР/ч. В результате радиационного обследования городов и населенных пунктов страны выявлены сотни участков локального радиоактивного загрязнения, характеризующихся мощностью дозы от десятков мкР/ч до десятков мР/ч. На этих участках находят утерянные, выброшенные или произвольно захороненные источники ионизирующих излучений различного назначения, изделия со светосоставом, технологические отходы производств и содержащие радионуклиды стройматериалы. Эти загрязнения повышают риск для населения получить опасную дозу облучения в самом неожиданном месте, в том числе и в собственном доме, когда, например, строительные панели становятся источником ионизирующего излучения.

## Площади областей и республик России, загрязненных цезием-137

(по состоянию на январь 1995 г.)

№№ пп	Области республики	Общая площадь области, республики, тыс. км <sup>2</sup>	Площадь загрязнения цезием-137, км <sup>2</sup>			
			Ки/км <sup>2</sup>			
			1-5	5-15	15-40	>40
1	Белгородская	27,1	1620			
2	Брянская	34,9	6750	2628	2130	310
3	Воронежская	52,4	1320			
4	Калужская	29,9	3500	1419		
5	Курская	29,8	1220			
6	Липецкая	24,1	1619			
7	Ленинградская	85,9	850			
8	Нижегородская	74,8	250			
9	Орловская	24,7	8840	132		
10	Пензенская	43,2	4130			
11	Рязанская	39,6	5320			
12	Саратовская	100,2	150			
13	Смоленская	49,8	100			
14	Тамбовская	34,3	510			
15	Тульская	25,7	10320	1271		
16	Ульяновская	37,3	1100			
17	Мордовия	26,2	1900			
18	Татарстан	68,0	110			
19	Чувашия	18,0	80			
	Итого		49760	5440	2130	310

Средняя облучаемость населения на территории России и стран СНГ в 1,7 раза больше глобальной из-за более высокого естественного и технозависимого фона и воздействия ряда техногенных источников (табл. 4.2) Значительная техногенная радиационная нагрузка, помимо технических источников, обусловлена рассеиванием радионуклидов в результате ядерных взрывов и аварий, а также наличием плохо изолированных скоплений радиоактивных отходов (РАО), образовавшихся в то время, когда напряженная ядерная гонка сочеталась с незнанием степени риска и с радиологической беспечностью.

Одна из наиболее острых экологических проблем в стране – *проблема радиоактивных отходов*. Об истинных ее масштабах стало известно в 1993 г.,

когда был составлен государственный регистр мест и объектов добычи, переработки, использования, хранения и захоронения радиоактивных веществ, РАО, источников ионизирующих излучений. Только на предприятиях Минатома России (ПО «Маяк», Сибирский химический комбинат, Красноярский горно-химический комбинат) сосредоточено 600 млн. м<sup>3</sup> РАО с суммарной активностью 1,5 млрд. Ки. На АЭС хранятся 140 тыс. м<sup>3</sup> жидких и 8 тыс. м<sup>3</sup> отвержденных отходов общей активностью 31 тыс. Ки, а также 120 тыс. м<sup>3</sup> излучающих твердых отходов (оборудование, строительный мусор). Ни одна АЭС не имеет полного комплекта установок для подготовки отходов к захоронению. Поставщиками РАО являются также Военно-морской флот (ВМФ), атомный ледокольный флот, судостроительная промышленность, предприятия не ядерного цикла (НИИ, промышленные предприятия, медицинские учреждения, учебные заведения).

Таблица 4.2

Структура доз облучения населения источниками ионизирующего излучения (по данным ООН и радиационно-гигиеническому паспорту Российской Федерации за 1999 год)

Источник излучения	Средние годовые дозы, мЗв/год	
	Мировые	По России
<b>ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ</b>		
Внешнее гамма-излучение природных радионуклидов	0,48	0,48
Космическое излучение	0,390	0,390
Долгоживущие радионуклиды в атмосферном воздухе	0,006	0,006
Изотопы радона в воздухе помещений	1,26	1,89
Калий-40 и другие природные радионуклиды в пище и питьевой воде	0,290	0,290
Всего природные источники	2,406	3,056
<b>ИСКУССТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ</b>		
Медицинское облучение	0,4	1,0
Глобальные выпадения	0,005	0,005
Загрязнение территорий	0,002	0,002
Всего искусственные источники	0,407	1,007
Итого за счет всех источников	2,813	4,064

Наиболее сложная технологическая стадия топливного цикла – переработка отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) и захоронение РАО. На предприятиях Минатома, Минтранса и ВМФ России хранится 7800 т ОЯТ с общей активностью 3,9 млрд. Ки. ОЯТ АЭС с реакторами типа РБМК в настоящее время не перерабатывается, а ОЯТ от реакторов ВВЭР транспортируется в специальное хранилище с перспективой последующей переработки на строящемся заводе РТ-2 Горно-химического комбината в г. Железногорске Красноярского края. Однако строительство этого завода вызывает протесты экологической общественности, поскольку существующая технология регенерации ОЯТ связана с образованием большого количества жидких РАО разной степени активности. Наибольшие возражения вызывают предложения о приеме ОЯТ с зарубежных АЭС для временного хранения с целью последующей переработки.

**ПО «Маяк».** Самое крупное из известных сейчас скоплений радионуклидов находится на Урале, в 65 км к северо-западу от Челябинска на территории производственного объединения «Маяк». ПО «Маяк» было создано на базе промышленного комплекса, построенного в 1945-1949 гг. в Челябинской области в районе городов Кыштым и Касли. Здесь в 1948 г. был пущен первый в стране промышленный атомный реактор, в 1949 г. – первый радиохимический завод, изготовлены первые образцы атомного оружия. В настоящее время в производственную структуру ПО «Маяк» входят ряд производств ядерного цикла, комплекс по захоронению высокоактивных материалов, хранилища и могильники РАО. Многолетняя деятельность ПО «Маяк» привела к накоплению огромного количества радионуклидов и сильному загрязнению районов радиохимического производства непосредственно в открытую речную систему Обского бассейна через р. Теча в 1949-1951 гг., а также вследствие аварий 1957 и 1967 гг. в окружающую среду было выброшено 23 млн. Ки суммарной активности (рис. 4.1). Радиоактивное загрязнение охватило территорию в 25 тыс. км<sup>2</sup> с населением более 500 тыс. человек. Официальные данные о десятках

поселков и деревень, подвергшихся загрязнению в результате сбросов радиоактивных отходов в р. Теча, появились только в 1993 г.



Рисунок 4.1. – Запретная зона близ р. Теча

По данным радиационного мониторинга, выпадения цезия-137 из атмосферы в районах, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», в течение 1996 г. были в 30-100 раз больше, чем в среднем по стране. Высоким остается и уровень загрязнения местности цезием-137 в пойме р. Теча, на некоторых участках регистрируются повышенные уровни мощности дозы гамма-излучения, превышающие 1000 мкР/ч. Концентрации стронция-90 в речной воде и в водных отложениях в 100-1000 раз превышают фоновые значения. В каскаде промышленных водоемов в верховьях р. Течи накоплено 350 млн. м<sup>3</sup> загрязненной воды, являющейся по сути низкоактивными отходами (табл. 4.3). Суммарная активность твердых и жидких РАО, накопленных в ходе деятельности ПО «Маяк», достигает 1 млрд. Ки. Сосредоточение огромного

количества РАО, загрязнение поверхностных водоемов, возможность проникновения загрязненных подземных вод в открытую гидрографическую систему Обского бассейна создают исключительно высокую степень радиационного риска на Южном Урале.

Таблица 4.3

Содержание стронция-90 и цезия-137 в водоемах-отстойниках ПО «Маяк»

Содержание радионуклидов	Номера водоемов							
	2	3	4	6	17	9	10	11
Стронций-90 в воде, кБк/л	0,4	44,4	12,6	0,01	25900	62900	25,5	1,9
Стронций-90 в отложен., кБк/л	48,1	5180	148	1110	4,4x10	1,1x10	130	48,1
Цезий-137 в воде, кБк/л	0,2	7,4	2,2	0,007	15-	4,4x10	0,2	0,007
Цезий-137 в отложен., кБк/л	10x6	4x10	2,10		1,2x10	5,2x10	5550	4,8
Суммарное содержание в воде, ТБк	70	96	63	0,07	1700	300	200	900
Суммарное содержание в отложен., ТБк	670	570	150	10	70000	4,4x10	200	500

В пределах Свердловской области имеется несколько мест скопления и захоронения твердых радиоактивных отходов. В процессе производственной деятельности различных производств (Белоярская АЭС и др.) образуются технологические и не технологические (аварийные) сбросные растворы, содержащие радиоактивные элементы. Так, на Белоярской атомной станции на временное хранение ежегодно направляется более 100 м<sup>3</sup> среднеактивных жидких радиоактивных отходов (ЖРО), причем имеющееся на территории станции хранилище ЖРО заполнено до предела (рис. 4.2). Кроме того, как показали наблюдения, при длительном хранении ЖРО в хранилищах происходит возрастание удельной бета-активности воды и наблюдается интенсивная коррозия стенок бассейнов выдержки с увеличением вероятности попадания радиоактивной воды в грунтовые воды. Таким образом, острота экологической ситуации, обусловленная хранением ЖРО в открытых хранилищах, не решает

проблему безопасной локализации таких отходов и выдвигает её в число первоочередных государственных задач.



Рисунок 4.2 – Белоярская АЭС

В настоящее время общепризнано, что наиболее предпочтительным методом изоляции ЖРО от биосферы является их захоронение в глубокозалегающие геологические формации. Идея захоронения ЖРО в глубокозалегающие пористые геологические среды не нова. В нашей стране уже с конца 50-х годов прошлого века были организованы специальные комплексные исследования и проведены геологоразведочные работы с целью изучения возможности создания систем глубинного захоронения ЖРО, была разработана технология подготовки и нагнетания отходов через буровые скважины, осуществлено проектирование опытных и опытно-промышленных полигонов захоронения, их строительства и ввод в эксплуатацию.

Следует отметить, что глубинное (подземное) захоронение жидких промышленных, в том числе и радиоактивных, отходов и сточных вод допускается законодательством о недрах. Основами водного законодательства,



Положением об охране подземных вод, Основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений.

На парламентских слушаниях в Госдуме России 17 июня 1997 г. было отмечено, что подземное захоронение экологически опасных отходов на сегодня является эффективным природоохранным способом обращения с ними и заслуживает широкого применения в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве нашей страны.

Подземное захоронение жидких промышленных отходов в глубокозалегающие (поглощающие) горизонты технологически близко к широко применяемому при добыче нефти методу подземного заводнения продуктивных горизонтов для поддержания пластового давления. Поэтому в 50-60-е годы некоторые отрасли промышленности в развитых странах стали перенимать опыт нефтяников для удаления жидких отходов, количество которых в связи с интенсивным развитием производства чрезвычайно возросло. Во многих странах загрязнение открытых водоемов, пресных подземных вод, почв и грунтов сточными водами к тому времени превратилось в настоящее бедствие. В этой ситуации подземное захоронение сточных вод в глубокозалегающие горизонты, воды которых из-за высокой минерализации или токсичности не находят практического применения, явилось своевременным мероприятием, позволившим резко снизить темпы загрязнения окружающей среды.

В СССР исследования по выяснению возможности подземного захоронения сточных вод предприятий, не относящихся к нефтедобыче, начались в 50-е годы. Первоначально они были направлены на обезвреживание наиболее вредных жидких промышленных отходов – радиоактивных сточных вод атомной промышленности и токсичных вод химических производств. Проблема изучалась комплексно и всесторонне ведущими научными учреждениями страны в самых разных аспектах – геологическом, гидрогеологическом, химическом, санитарном.

В результате длительной кропотливой работы научных, проектных и производственных организаций в шестидесятые годы были построены и начали эксплуатироваться полигоны подземного захоронения Сибирского химического комбината (1963), Научно-исследовательского института атомных реакторов (1966), горно-химического комбината «Красноярск-26» (1967), Уфимского НПЗ (1967), ТПО «Пигмент» (1968), Троицкого йодного завода (1968) и др.

Научно-исследовательский институт атомных реакторов в г. Димитровград (Саратовская обл.) осуществляет захоронение радиоактивных вод на расположенном в 10 км от него полигоне (рис. 4.3). В качестве поглощающих горизонтов используются яснополянский горизонт и окско-башкирский комплекс (оба каменноугольного возраста) Восточно-Европейской платформы. Первый залегает на глубине 1410-1467 м и сложен песчаниками и алевролитами, второй – на глубине 1138-1194 м представлен трещиноватыми и кавернозными известняками и доломитами. Пластовые воды имеют минерализацию 230-250 г/дм<sup>3</sup>. В 1966-1973 гг. закачка стоков производилась в яснополянский горизонт объемом от 244 до 340 м<sup>3</sup>/сут, а с 1973 г. и по настоящее время – в окско-башкирский комплекс объемом от 320 до 960 м<sup>3</sup>/сут при устьевом давлении и нагнетания не выше 5 Мпа.



Рисунок 4.3 – Научно-исследовательский институт атомных реакторов в г. Димитровград

Сибирский химический комбинат Томск-7 находится в зоне сочленения Западно-Сибирской плиты и Саяно-Алтайской области. Для захоронения жидких радиоактивных отходов используются два песчаных пласта позднемелового возраста мощностью 30-40 м и 37-94 м, залегающие в интервале глубин, соответственно, 350-400 м и 280-350 м. Воды, насыщающие пласты-коллекторы, пресные с минерализацией 0,3-0,4 г/дм<sup>3</sup>. Два полигона захоронения ЖРО расположены в 3-5 км от производственного комплекса. На полигонах осуществляется подземное захоронение 4500 м<sup>3</sup>/сут ЖРО при давлении нагнетания 1,2-2,0 МПа. Некоторые виды концентрированных технологических жидких отходов закачиваются в скважины периодически порциями по 5-10 тыс. м<sup>3</sup> несколько раз в год.

Горизонты захоронения отделены от вышележащих водоупором, сложенным глинистыми отложениями. Физико-химическое моделирование поведения ЖРО в водоносных горизонтах показало, что в существующих гидрогеохимических условиях хранения ЖРО происходит их нейтрализация до фоновой концентрации, и они не несут непосредственную угрозу экосфере и среде жизнеобитания человека.

Горно-химический комбинат «Красноярск-26» производит захоронение жидких радиоактивных отходов на полигоне «Северный» в 12 км от основного производства (рис. 4.4). Закачка отходов производится в два песчаных пласта юрского возраста мощностью 55-85 м и 25-45 м, залегающих на глубине 355-500 м (I горизонт) и 180-280 м (II горизонт). К ним приурочены пресные подземные воды с минерализацией 0,3 г/дм<sup>3</sup>. Над поглощающими горизонтами развита песчано-глинистая толща юрского возраста. В I горизонт с 1967 г. закачивается около 300 м<sup>3</sup>/сут ЖРО при устьевом давлении на скважинах – 1,2-5,0 МПа. Во II горизонт с 1968 г. закачивается до 600 м<sup>3</sup>/сут ЖРО при устьевом давлении до 2,0 МПа.



Рисунок 4.4 – Горно-химический комбинат «Красноярск 26»

Ситуация с подземным захоронением на горно-химическом комбинате «Красноярск-26» изучалась учеными и специалистами в рамках международного проекта «Радиационная безопасность биосферы» (проект RAD). Работы проекта RAD проводились тремя независимыми группами: учеными специалистами Международного института прикладного системного анализа – неправительственной исследовательской организацией, расположенной в австрийском г. Лаксенбурге; Российской академией наук (ИГЕМ) и Минатома (ВНИПИ промтехнология). Исследования, выполненные по проекту RAD, подтвердили выводы российских ученых и специалистов, что глубинное захоронение РАО играет большую роль в предотвращении воздействия радиоактивности на окружающую среду, а сам метод захоронения ЖРО в глубокозалегающие геологические формации не создает угрозы для окружающей среды, являясь самой экологически приемлемой технологией обращения с ЖРО на сегодняшний день.

Один из руководителей проекта профессор Паркер – известный американский ученый, председатель Совета по обращению с РАО Национальной Академии наук США, - отметил, что «Удаление жидких радиоактивных отходов в глубокие геологические формации в Красноярске-26 не представляет ни краткосрочных, ни долгосрочных рисков для здоровья населения».

Изучение отечественного и зарубежного опыта по захоронению жидких отходов, не имеющих санитарно-надежных и экономически приемлемых методов очистки, показывает экономичность и

- плотность – 1,05-1,40 г/см<sup>3</sup>;
- динамическое напряжение сдвига – 60-200 дПа;
- пластическая вязкость – 6-20 мПа · с;
- условная вязкость – 30-65 с (стандарт API).

Биополимерный раствор обеспечивает выполнение таких требований, как сохранение коллекторских свойств водоносных пластов, соответствие всем требованиям экологии и безопасность ведения работ.

Безусловно, захоронение ЖРО, накопленных на предприятии «Маяк», в Теча-Бродскую брахисинклинальную структуру путем увеличения их плотности было бы кардинальным решением проблемы, однако пока оно находится лишь в стадии постановки. Главная задача сегодняшнего дня заключается в том, чтобы доказать принципиальную возможность создания в глубинной зоне закарстованной карбонатной толщи относительно стабильной «залежи» утяжеленных ЖРО, не разубоживаемой и не всплывающей под действием вертикальных градиентов давления и «восходящих течений», т.е. не вовлекаемой в процессы естественного водообмена. Определить, какие при этом должны соблюдаться основные условия и ограничения.

В то же время на Урале имеются традиционные, проверенные временем и опытом подземного захоронения геологические структуры, по всем показателям подходящие для безопасного захоронения ЖРО.

Как отмечалось, в предыдущих отчетах, целенаправленными усилиями специалистов ГПП «Зеленогорскгеология» (в настоящее время Уральский филиал ФГПУ «Урангео») в Зауралье обнаружена и закартирована целая система изолированных геологических структур, которые могут служить надежными и долговременными хранилищами жидких РАО, не нуждающимися в сушке и остекловании (рис. 4.5). Такими структурами являются русла древних юрских рек, погребенных под мощной (обычно 400 м и более) толщиной водоупорных красноцветных алевролитов и глин. Сами русла, врезанные в кристаллические породы палеозойского фундамента на 100-200 м, представляют собой протяженные корыто- и трубообразные структуры, выполненные песчано-галечниковым материалом. Именно последние благодаря высоким коллекторским свойствам могут стать местами хранения жидких РАО. Весьма благоприятны для захоронения РАО также гидродинамический и гидрохимический режимы палеорусловых вод. Водонасыщенные русловые отложения характеризуются практически застойным режимом, солоноватыми и солеными водами преимущественно гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого состава при восстановительной гидрохимической обстановке и повышенной щелочности. Все это при отсутствии гидродинамической связи юрского водоносного горизонта с вышележащими песчано-глинистыми отложениями свидетельствует о том, что выявленные природные коллекторы жидких РАО надежно изолированы от среды обитания человека и могут быть успешно использованы для захоронения как ЖРО, так и любых жидких высокотоксичных отходов.

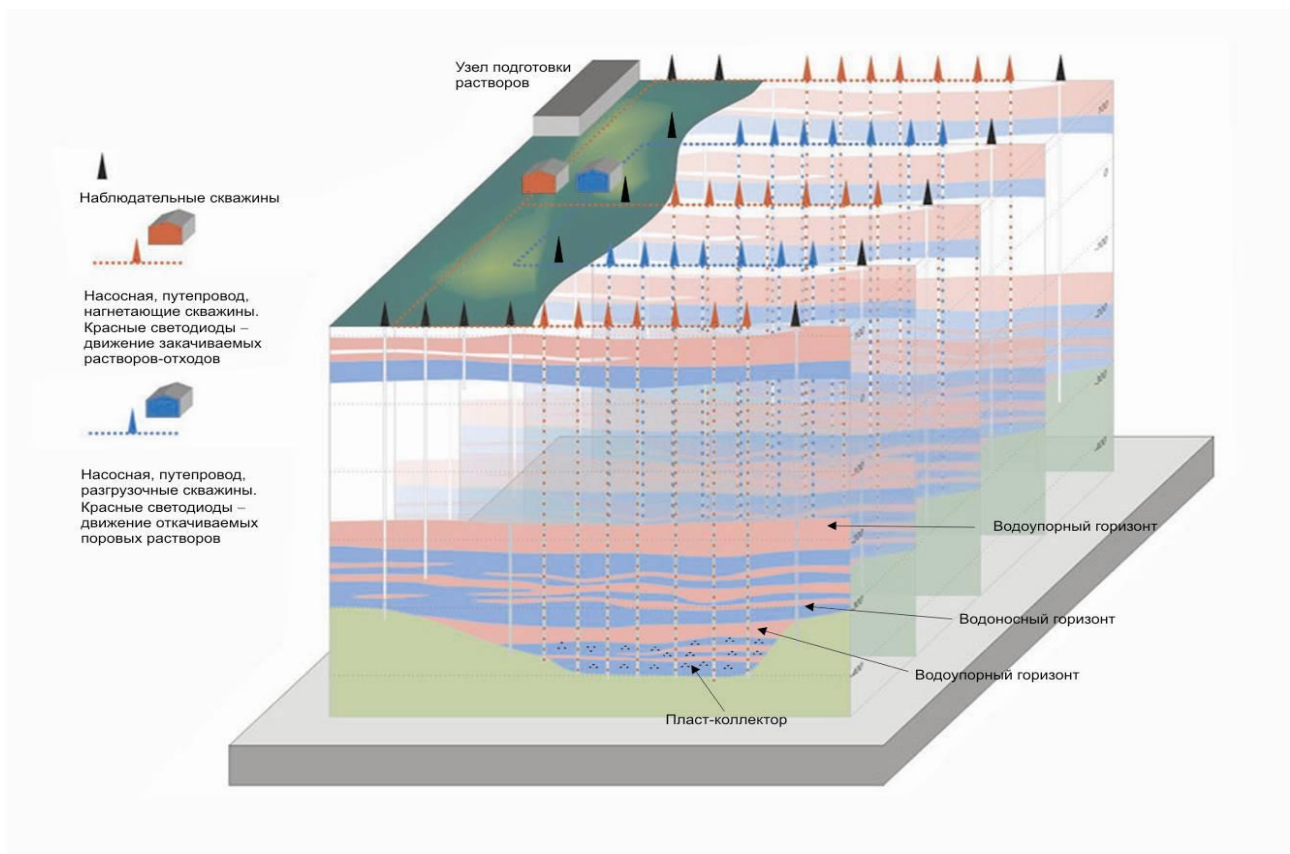


Рисунок 4.5 – Макет полигона для захоронения жидких РАО

Известные месторождения урановых руд Долматовское, Хохловское и другие, образовавшиеся около 140 млн. лет тому назад, представляют собой примеры надежной законсервированности и изолированности от экосистемы Зауралья.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое радионуклиды? История открытия и изучения радионуклидов.
2. Источники выделения радионуклидов, виды и классификация.
3. Какое воздействие оказывают радионуклиды на состояние окружающей среды и здоровье человека?
4. Радиоактивные отходы. Что это такое? Какие проблемы они несут?
5. Промышленные предприятия на которых происходит обращение, хранение и утилизация РАО. Чрезвычайные ситуации, которые могут произойти в результате их работы.
6. Современные пути решения проблемы обращения, хранения и утилизации РАО.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Болтыров В.Б., Селезнев С.Г., Стороженко Л.А. Экологические проблемы освоения техногенных объектов Кольского полуострова. Технологическая платформа «Твердые полезные ископаемые»: технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений: доклады научно-практической конференции 1-2 октября 2013 г. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2013. С. 76-82

Методическое издание

Владимир Босхаевич Болтыров  
Любовь Александровна Стороженко  
Татьяна Сергеевна Бобина

## ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для  
обучающихся направления  
20.03.01 Техносферная безопасность*

*Издательство УГГУ*  
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
Уральский государственный горный университет  
Отпечатано с оригинал-макета  
в лаборатории множительной техники УГГУ



Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»

**В. Б. Болтыров,  
Л. А. Стороженко**

## **ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ**

*Методические указания*  
к курсовой работе по дисциплине  
«Опасные природные и техноприродные процессы»  
для студентов направления бакалавриата  
20.03.01 - «Техносферная безопасность»  
очного, очно-заочного и заочного  
обучения

Екатеринбург  
2020

Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО  
Методической комиссией  
Горно-технологического  
факультета  
«20» марта 2020 г.  
Председатель комиссии  
\_\_\_\_\_ Колчина Н.В.

В. Б. Болтыров,  
Л. А. Стороженко

## ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

*Методические указания*  
к курсовой работе по дисциплине  
«Опасные природные и техноприродные процессы»  
для студентов направления бакалавриата  
20.03.01 - «Техносферная безопасность»  
очного, очно-заочного и заочного обучения

УДК 504.4+614  
Б79

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях «19» марта 2020 г. (протокол № 7) и рекомендованы к изданию в УГГУ.

**Болтыров В. Б., Стороженко Л.А.**

**Б79 ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ:** методические указания к курсовой работе по дисциплине «Опасные природные и техноприродные процессы» для студентов направления бакалавриата 20.03.01 – «Техносферная безопасность» очного и заочного обучения / В. Б. Болтыров. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2020. – 24 с.

В методических указаниях рассмотрены цель и задачи курсовой работы, выбор темы исследования, элементы научного вклада студента и структура курсовой работы.

© Болтыров В. Б.,  
Стороженко Л. А., 2020  
© Уральский государственный  
горный университет, 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	4
2. ВЫБОР ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	5
3. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	7
4. ЭЛЕМЕНТЫ НАУЧНОГО ВКЛАДА.....	8
5. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	10
6. ТРЕБОВАНИЕ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	12
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	22
Приложение ОБРАЗЕЦ ОБЛОЖКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ...	23

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью написания курсовой работы (КР) по дисциплине «Опасные природные и техноприродные процессы» является привитие студентам навыков написания рефератов и домашних курсовых работ и оформления самостоятельных исследований.

*Задачами курсовой работы являются:*

- выбор темы исследования;
- составление плана исследования;
- проработка имеющегося материала (литературных источников, анализ научно-исследовательских работ по подобным вопросам);
- проведение патентного поиска (если это требуется);
- разработка методики исследования;
- проведение экспериментальных работ или полевых наблюдений;
- осмысление полученных данных (сопоставление теоретических и экспериментальных результатов, полевых наблюдений);
- рекомендации для внедрения результатов научных исследований в практику.

## 2. ВЫБОР ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Тематика исследования предлагается студентам преподавателем и соответствует профилю изучаемой дисциплины «Опасные природные и техноприродные процессы»:

Тема 1. «Существенные катастрофы» и синергетические катастрофы.

Тема 2. Природные поля как источники ЧС.

Тема 3. Движущие силы природных процессов.

Тема 4. Космогенные опасные процессы.

Тема 5. Землетрясения. Вулканизм.

Тема 6. Современные тектонические движения.

Тема 7. Выветривание. Оползни, обвалы, осыпи.

Тема 8. Карст и суффозия.

Тема 9. Ледники. Наледи. Подтопления.

Тема 10. Сильные ветры и связанные с ними опасности.

Тема 11. Обильные осадки, связанные с атмосферными процессами.

Тема 12. Экстремальные температуры воздуха как источники ЧС.

Туманы и связанные с ними опасности.

Тема 13. Ливневые (дождевые) наводнения.

Тема 14. Заторные и зажорные наводнения. Нагонные наводнения.

Завальные и прорывные наводнения.

Тема 15. Русловая эрозия и морская абразия.

Тема 16. Сели и снежные лавины.

Тема 17. Природные пожары.

Тема 18. Техногенез асбестовой промышленности.

Тема 19. Техногенез целлюлозно-бумажной промышленности.

Тема 20. Чернобыль – причины и последствия аварии.

Тема 21. Фукусима – причины и последствия аварии.

Тема 22. Техногенная катастрофа в Мексиканском заливе и её последствия.

Тема 23. Экологические последствия военных конфликтов.

Тема 24. Урбанизация и городской смог.

Тема 25. Техногенез угледобывающей промышленности.

Тема 26. Трансгенные продукты и их влияние на человека.

Тема 27. Шламохранилища горных предприятий и их влияние на окружающую среду.

Тема 28. Экология нефти и газопромислов.

Тема 29. Радоновая опасность.

Тема 30. Сточные воды и загрязнение гидросферы.



Тема 31. Экологически безопасное обращение с отходами производства.

Тема 32. Проблемы обращения с твердыми коммунальными отходами.

Тема 33. Влияние на здоровье людей магнитных полей промышленного происхождения.

Тема 34. Ликвидация накопленного вреда окружающей среде N-го объекта (заброшенные отвалы, полигоны бытовых отходов, нефте- или шламохранилище, нефтебаза, затопленный рудник, шахта и многие др.).

В рамках каждой темы студент может выбрать любую подтему, в наименовании которой должно быть название конкретного природного явления, представляющего собой опасность для людей, объектов экономики или территории.

Любое научное исследование – это процесс изучения явления или предмета с целью выявления его закономерностей, его возникновения, развития, изменения. Этот процесс включает обобщение накопленных до исследователя знаний, опыта и применения соответствующих инструментов, орудий и методов познания. Итог исследования – получение новых знаний и на их базе в результате разработки – практических результатов.

Цели для проведения научных исследований могут быть разные: экономические, социальные, экологические. В случае написания курсовой работы по дисциплине «Опасные природные и техноприродные процессы», цель может быть в основном познавательная или экологическая.

### **3. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Для правильной организации разработки темы большое значение имеет составление продуманного плана исследования, который упорядочивает работу, обеспечивает четкость и последовательность в исследовании. Хорошо продуманный и верно составленный план должен предусматривать все этапы исследования и являться средством самоконтроля.

Составление рабочего плана исследования должно базироваться на анализе всего имеющегося материала. Это прежде всего личный опыт, беседы с руководителем, чтение специальной литературы, размышления, изучение литературных источников.

План помогает руководителю контролировать работу в ходе ее выполнения.

#### 4. ЭЛЕМЕНТЫ НАУЧНОГО ВКЛАДА

Курсовая работа по дисциплине «Опасные природные и техноприродные процессы» носит в основном компилятивный характер, так как студенты III курса, еще не проходившие даже первой производственной практики, не имеют в большинстве своем личного опыта познания опасных природных и техноприродных процессов, реально не сталкивались с их негативными последствиями. И, тем не менее, каждая курсовая работа позволяет не механически переписывать прочитанное, а целеустремленно вести научное исследование. Курсовая работа поэтому должна содержать элементы самостоятельного творческого труда студента.

Если компиляция – это составление сочинений на основе чужих исследований, чужих произведений, то творчество – это деятельность, порождающая нечто качественно новое, отличающееся неповторимостью, оригинальностью, уникальностью. Студент III курса, прослушав курс «Опасные природные и техноприродные процессы», знает, что любой природный процесс – это переход природного вещества из одного качественного состояния в другое, а природное явление – это результат совокупности последовательно развивающихся, генетически родственных природных процессов. Природные процессы и явления крайне разнообразны, при определенных энергетических характеристиках они могут стать источниками природной опасности, развиваясь как опасное природное явление, как стихийное бедствие или природная катастрофа.

Техноприродные процессы представляют собой результат хозяйственной деятельности человека, вооруженного техникой и технологиями, а потому несут реальную опасность и потенциальную возможность разрушительно действовать на окружающую среду, наносить материальный ущерб или вред человеку. Реальность современной жизни такова, что созданная руками человека техносфера, призванная максимально защищать его от естественных опасностей, в результате сама стала источником многих опасностей на Земле.

Темы, связанные с опасными техноприродными процессами, в значительной части являются малоисследованными и дают возможность проявить больше самостоятельности, целенаправленного научного поиска. Это объясняется тем, что раньше мало обращалось внимания на экологические последствия хозяйственной деятельности человека, особенно горного техногенеза, связанного с горнодобывающей промышленностью. Поэтому сегодня особо остро стоит вопрос

ликвидации накопленного экологического вреда (ущерба), нанесенного окружающей среде воздействием горнодобывающей, нефте- и газодобывающей промышленности.

Ликвидация накопленного (прошлого) экологического вреда требует сегодня реализации организационных, технологических, нормативно-правовых и других мероприятий. На сегодня можно лишь констатировать, что такая работа только началась. В Федеральном законе «Об охране окружающей среды» введена новая глава XIV.1 «Ликвидация накопленного вреда окружающей среде», которая определяет порядок инвентаризации, оценки и учета объектов накопленного вреда окружающей среде (ОС).

Объекты накопленного вреда ОС негативно влияют на состояние прилегающих к ним земель, подземных и поверхностных вод, атмосферного воздуха. Концентрации вредных веществ в них могут достигать сотен ПДК, и они чрезвычайно опасны для жизни и здоровья людей. По данным Минприроды РФ, объекты накопленного вреда угрожают здоровью и жизни более 17 млн. человек.

Студентам направления Техносферная безопасность, изучающим опасные природные и особенно техноприродные (техногенез) процессы, предоставляется возможность найти на территории своего проживания, где наверняка есть объекты накопленного вреда ОС, являющиеся источниками опасностей, и взять их в качестве темы КР. Это, безусловно, придаст КР оригинальность, возможность для внедрения собственных предложений в практику ликвидации накопленного вреда ОС.

Изучение природы и механизмов развития стихийных бедствий и техногенеза и представляет собой научную познавательную деятельность, в которой может принять участие каждый студент.

## 5. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Первой страницей курсовой работы является ее титульный лист, оформленный соответствующим образом (см. приложение).

Объем курсовой работы не должен превышать 50 страниц рукописного текста.

Первая страница текстовой части представляет собой *аннотацию*, или краткую характеристику работы, излагающую ее содержание и дающую иногда ее оценку.

Следующая страница – *оглавление* курсовой работы, в котором перечисляются разделы главы и подглавы с указанием нумерации их страниц.

Во «*Введении*» излагается актуальность темы, предмет исследования, задачи и методика исследования.

Объектом исследования является то или иное природное явление, природный процесс, а предмет исследования – это знания об этих процессах или явлениях, закономерностях их проявления.

Далее следует изложение изучаемого вопроса в виде результатов собственных исследований. Описание природного или техноприродного явления или процесса может сопровождаться разнообразным иллюстрированным материалом, схемами, таблицами. Это самая важная часть курсовой работы, так как в ней студент должен изложить не только заимствованный из различных источников компилятивный материал, но и собственные мысли, собственные наблюдения, собственные выводы.

В «*Заключении*» студент должен раскрыть основные выводы и предложения как теоретического, так и прикладного характера, которые получены в результате курсового исследования.

*Список литературы* завершает курсовую работу. Он составляется еще до начала непосредственного исследования, а в ходе его пополняется, так как именно изучение литературных источников дает студенту возможность собирать научные факты, сопоставлять и анализировать их, дает пищу для размышления, стимулируя собственные мысли и идеи.

Таким образом, *структура курсовой работы должна иметь следующий вид:*

- титульный лист;
- аннотацию;
- оглавление;
- введение;
- основную часть;

- заключение;
- список литературы.

## 6. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

6.1. Курсовая работа должна быть грамотно написана, правильно оформлена и сброшюрована в обложке. Она выполняется на одной стороне стандартного листа формата А4 (297x210 мм) в текстовом редакторе Word. Текст КР должен быть отпечатан через 1,5 межстрочных интервала с использованием шрифта «Times New Roman», кегль 14.

Требования к разметке страницы:

- ориентация страницы – книжная;
- поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм;
- абзац: красная строка – 1,25 см;
- перенос – автоматический;
- выравнивание по ширине.

Страницы КР следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляется посередине внизу страницы.

Титульный лист включается в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляется.

6.2. Оглавление оформляется на отдельной странице. Оно включает введение, наименования всех разделов и подразделов основного текста КР, заключение, список использованной литературы.

Основную часть КР следует делить на разделы (главы и подразделы (параграфы)).

Каждый раздел КР следует начинать с новой страницы.

Все разделы должны иметь заголовки, которые четко и кратко отражают их содержание. Заголовки разделов, а также слова «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СОДЕРЖАНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ» следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами (можно использовать жирный шрифт), не подчеркивая. Переносы слов и сокращения в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Заголовок от текста отделяется пустой строкой. Если раздел содержит только один подраздел, то номер и название подраздела дополнительно не указываются.

Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами. Точка после номера раздела не ставится. Перед названием раздела основной части слово «Глава» не пишется.

Например:

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Подразделы (параграфы) должны иметь заголовки, которые записываются строчными буквами (кроме первой прописной). Подразделы нумеруются в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. После номера подраздела и в конце названия подраздела точка не ставится.

Например:

## 1.2 Оценка накопленного экологического вреда территории

Заголовки раздела и подраздела располагаются друг под другом и разделяются одним межстрочным интервалом (пустой строкой). Заголовки подразделов отделяются от текста сверху и внизу одним межстрочным интервалом (пустой строкой). Не допускается размещать иллюстрации, таблицы, формулы сразу после заголовка раздела или подраздела.

Части подраздела (пункты) могут иметь тройную нумерацию (например: 1.1.1), дальнейшее деление не допускается. Подразделы (параграфы) начинаются на той же странице, где заканчивается предыдущий подраздел (внутри раздела). Если раздел состоит из одного подраздела, то подраздел не нумеруется. Если подраздел состоит из одного пункта, то пункт не нумеруется.

6.3. В КР должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической и экономической литературе.

В тексте КР не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования.

В тексте КР, за исключением формул, таблиц и рисунков не допускается:

- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр;



- применять математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять без числовых значений математические знаки: например, > (больше), < (меньше), = (равно), ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);
- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

При необходимости применения сокращений слов, терминов, наименований, условных обозначений, изображений или знаков, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять при первом упоминании в тексте и включать в перечень сокращений и условных обозначений.

6.4. В тексте КР могут быть приведены перечисления. Каждое перечисление записывают с абзацного отступа. Перед каждой позицией перечисления следует ставить тире.

При необходимости ссылки в тексте КР на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв е, з, й, о, ч, ь, ы, ь). Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа. В конце каждой позиции ставится точка с запятой.

Пример:

По длительности воздействия опасности классифицируются на:

- а) постоянные;
- б) переменные;
- в) импульсные.

6.5. В КР следует применять единицы физических величин, их наименования в соответствии с ГОСТ 8.417-2002. Наряду с единицами СИ при необходимости в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к использованию. Применение в одной работе разных систем обозначений физических величин не допускается. Единица физической величины одного и того же параметра в пределах ВР должна быть постоянной. Буквенные обозначения единиц физических величин должны печататься прямым шрифтом. В обозначении единиц физических величин точку как знак сокращения не ставят. Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки или страницы), кроме единиц физических величин, помещаемых в таблицах. Между последней цифрой числа и обозначением единицы следует оставлять пробел, равный минимальному расстоянию

между словами. Исключения составляют обозначения в виде знака, поднятого над строкой.

Например:  $20^{\circ}$  С.

Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то её указывают только после последнего числового значения.

Например: 1,50; 1,75; 2,00 мм.

Если в тексте приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженных в одной и той же единице физической величины, то обозначение единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона.

Например: от 10 до 100 кг.

При указании значений величин с предельными отклонениями следует заключить их в скобки и обозначение единицы помещать после скобок или после числового значения величины и после её предельного отклонения.

Например:  $(100 \pm 0,1)$  кг или  $50 \text{ г} \pm 1 \text{ г}$ .

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение следует отделять точками на средней линии, как знаками умножения.

Например: Н · м или Па · с.

В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления должна применяться только одна черта: косая или горизонтальная. При применении косой черты обозначения единиц в числителе и знаменателе следует помещать в строку, произведение обозначенных единиц в знаменателе следует заключить в скобки.

Например: м/с или Вт/(м · К).

При указании производной единицы, состоящей из двух или более единиц, не допускается комбинировать буквенные обозначения и наименования единиц, то есть для одних единиц приводить обозначения, а для других – наименования.

Например: 80 км/ч; 80 километров в час (правильно);

80 км/час; 80 км/час (неправильно).

6.6. Правила сокращения слов и словосочетаний устанавливаются государственными стандартами. Один из них – ГОСТ 7.12-93.

К общепринятым сокращениям, не требующим специальных разъяснений, которые можно использовать в КР относятся следующие:

- т. е. – то есть

- и т. д. – и так далее

- и т. п. – и тому подобное

- и др. – и другие
- и пр. – и прочие
- р. или руб. – рубль
- долл. – доллар
- г. – год
- гг. – годы
- в. – век
- вв. – века.

Укажем ещё ряд общепринятых условных сокращений: АО (акционерное общество), т. (том), г. (город), обл. (область), гр. (гражданин), проф. (профессор), доц. (доцент), им. (имени), тыс. (тысяча), млн. (миллион), млрд. (миллиард).

Если в работе используются общепринятые сокращения, их не включают в «Перечень сокращений и условных обозначений».

Не допускается сокращения слов «так называемый», «так как», «например», «формула», «уравнение», «рисунок».

6.7. В КР допускается цитирование литературных источников, то есть дословное приведение выдержек из какого-либо произведения или научного труда для подкрепления мыслей авторитетным высказыванием. Цитируются обычно труды классиков, отдельные выдержки из нормативных материалов, социальной литературы, периодических изданий.

Академический этикет требует воспроизводить цитируемый текст, поскольку малейшее сокращение приводимой выдержки может исказить смысл, который был в нее вложен автором.

К цитированию предъявляются следующие общие требования.

1. Текст цитаты заключается в кавычки и приводится в той грамматической форме, в какой он дан в источнике, с сохранением особенностей авторского написания.

2. Цитирование должно быть полным, без произвольного сокращения цитируемого текста и без искажений мысли автора. Пропуск слов и предложений допускается без искажения цитируемого текста и обозначается многоточием. Оно ставится в любом месте цитаты (в начале, в середине, в конце).

3. Допускается не прямое цитирование, то есть пересказ или изложение мыслей других авторов своими словами. При этом следует быть предельно точным и корректным при оценке излагаемого материала.

4. Цитирование не должно быть избыточным или недостаточным.

5. При цитировании каждая цитата должна сопровождаться ссылкой на источник, библиографическое описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов в списке использованных источников.

При оформлении цитат следует знать правила, связанные с написанием прописных и строчных букв, а также с употреблением знаков препинания в цитируемых текстах.

Если цитата полностью воспроизводит предложение цитируемого текста, то она начинается с прописной буквы во всех случаях, кроме одного – когда эта цитата представляет собой часть предложения автора работы.

Если цитата воспроизводит только часть предложения цитируемого текста, то после открывающихся кавычек ставят многоточие.

Изменение падежа слов в цитате допускается в тех случаях, когда цитируются отдельные слова и словосочетания.

Если внутри цитаты есть слова (словосочетания) в свою очередь, заключенные в кавычки, то последние должны быть другого рисунка, чем кавычки, закрывающие и открывающие цитату (внешние кавычки – обычно ёлочки « », внутренние – лапки “ ”).

Использованные в работе статистические материалы в их первоначальном виде, а также цифровые материалы, опубликованные в периодической печати и специальных изданиях, оформляются так же, как и литературные цитаты, то есть они обязательно должны иметь ссылки на первоисточник.

6.8. В тексте КР можно приводить иллюстрированные материалы, подтверждающие те или иные положения автора или иллюстрирующие методику расчетов. К ним относятся формулы, таблицы, графики, схемы, фотографии и рисунки.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей.

По содержанию таблицы делятся на аналитические и неаналитические. Аналитические таблицы являются результатом обработки и анализа цифровых показателей. Как правило, такие таблицы сопровождаются обобщением в качестве нового (выводного) значения, которое вводится в текст словами: «... таблица позволяет сделать вывод, что ...», «из таблицы 1.3 видно, что ...» и т. п. в неаналитических таблицах

помещаются, как правило, необработанные статистические данные, необходимые лишь для информации или констатации. В этом случае ссылка на таблицу может быть указана в скобках в конце связанного с ней текста, например: (таблица 1.5).

На все таблицы обязательно должны быть ссылки в тексте!

Таблицы должны быть помещены в тексте после абзацев, содержащих ссылку на них или как можно ближе к ссылке. Допускается размещать таблицы не далее, чем на следующей после ссылки странице.

Таблица от текста отделяется сверху и снизу одним межстрочным интервалом (пустой строкой). Ширина таблицы должна соответствовать ширине расположения текста на странице.

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строчку с ее номером через тире, например:

Таблица 1 – Паспорт опасности ЛЭП.

Точка после номера и названия таблицы не ставится. Таблицы должны иметь шапку (название столбцов). Все графы и строки должны быть заполнены.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение.

В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставятся. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, таблицу делят на части. При этом в каждой части повторяют шапку (и при необходимости боковик).

Таблицы, имеющие количество строк больше, чем может поместиться на странице, переносятся на другую страницу. При этом шапка повторяется, а над ней слева без абзацного отступа указывается «Продолжение таблицы...» (с указанием её номера).

К иллюстрациям относятся фотографии, рисунки, схемы, диаграммы, графики.

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице, если в указанном месте они не помещаются.

В тексте КР все иллюстрации (фотографии, схемы, диаграммы, графики) именуется рисунками. При необходимости перед названием

рисунка помещают пояснительные данные (подрисуночный текст). Например, если в работе имеется иллюстрация, на которой изображены составные части целого, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей, которые располагают в возрастном порядке и поясняют в подрисуночном тексте.

Слово «рисунок», его номер и название через тире помещают ниже изображения и пояснительных данных, выравнивают по центру.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой.

Например: Рисунок 2.1.

Не допускается нумерация рисунков в пределах подраздела

Например: Рисунок 2.1.1 (неправильно).

6.9. Список использованной литературы содержит названия всех использованных автором источников, на которые есть ссылки в тексте. Список использованных источников является частью работы, помещается сразу после заключения и показывает степень изученности излагаемых вопросов. В список включаются источники, на которые в работе сделаны ссылки. Все источники должны быть пронумерованы арабскими цифрами (сквозная нумерация по всему списку использованных источников).

Библиографические описания книг и статей располагаются в алфавитном порядке фамилий авторов и заглавий книг, статей, докладов, документов (если автор не указан) независимо от порядка их упоминания в тексте работы. Работы одного и того же автора располагаются или в алфавитном порядке их названий, или в хронологии их издания.

Библиографическое описание литературных источников составляют, как правило, на языке текста издания. Общие требования и правила составления библиографического описания приведены в ГОСТ 7.1-2003.

Ниже приводятся примеры библиографического описания различных источников.

#### **Книга одного автора**

Лысенко, Д. В. Экономический анализ: учебник для вузов / Д. В. Лысенко. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2015. – 376 с.

Экономический анализ: Учебник для вузов / Под ред. Л. Т. Гиляровой. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2014. – 616 с.

### **Книга двух, трех авторов**

Шапкин, А. С. Экономические и финансовые риски: Оценка, управление, портфель инвестиций / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. – М.: Дашков и К, 2016. – 544 с.

Крылов, Э. И. Анализ финансового состояния и инвестиционной привлекательности предприятия: учебное пособие / Э. И. Крылов, В. М. Власов, М. Г. Егорова. – М.: Финансы и статистика, 2014. – 192 с.

### **Книга четырех и более авторов**

Инвестиционное проектирование: Учебник / К. В. Балдин [и др.]. – М.: Дашков и К, 2014. – 366 с.

Бизнес-анализ деятельности организации / Л. В. Гончарова [и др.]; общ. ред. Л. В. Гончарова. – СПб.: СПбГУ, 2015. – 134 с.

### **Статья из журнала**

Стрыгина, В. В. Менеджер по подбору персонала: критерии качества работы / В. В. Стрыгина // Кадровая служба и управление персоналом предприятия. – 2016. - № 6. – С. 50-56.

Панферова, О. О. Альтернативные подходы к трансфертному ценообразованию / О. О. Панферова // Вести. Моск. ун-та. Сер. 6, Экономика. – 2013. – № 2. – С. 81-88.

Ткаченко, С. М. Как измерить компетенцию. О методе оценки персонала «ассесмент-центр / С. М. Ткаченко, А. В. Жарков, И. Н. Афанасьева // Персонал Микс. – 2014. - № 3. – С. 35-41.

### **Статья и газеты**

Селевко, Г. К. Компетентности и их классификация / Г. К. Селевко // Экономика и жизнь. – 2016. – 27 ноября.

### **Автореферат диссертации**

Лисовская, Р. Н. Совершенствование экономического механизма регулирования развития малых аграрных форм хозяйствования (на материалах Краснодарского края): автореф. дис. канд. экон. наук / Р. Н. Лисовская. – Майкоп, 2016. – 25 с.

### **Методические указания**

Мировая экономика и международные экономические отношения: методические указания / Ф. Н. Шайхутдинова [и др.]; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2015. – 64 с.

### **Нормативно-правовые акты**

Об оценочной деятельности в Российской Федерации: федеральный закон от 29 июля 1998 г. № 135-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1998. - № 31. – ст. 3813.

О некоторых вопросах Федеральной налоговой полиции: указ Президента РФ от 25 февраля 2000 г. № 433 // Собрание законодательства РФ. – 2000. – № 9. – Ст.1024.

Конституция Российской Федерации: федеральный конституционный закон от 12 декабря 1993 г. // Российская газета. – 1993. – 25 декабря.

Гражданский кодекс РФ. Часть I: федеральный закон от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ (с последними изменениями и дополнениями) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1994. - № 31. – Ст.3301.

Гражданский кодекс РФ. Часть I. – М.: Юридическая литература, 1995. – 140 с.

### **Материалы конференций**

Авилова, В. В. Камский инновационный территориально-производственный кластер как точка роста российской экономики / В. В. Авилова, А. Р. Музафарова // Нугаевские чтения. IX Междунар. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников: сборник материалов. – Казань: редакционно-издательский центр «Школа», 2016. – С. 63-65.

### **Интернет-издания**

Ефимов Д. Оценка сотрудников по компетенциям [Электронный ресурс] / Д. Ефимов – Режим доступа: <http://www.class.ru/digest/management79/>, свободный.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Методические рекомендации* в помощь автору вузовской книги / составитель Л. В. Устьянцева; под ред. Козлова В. Ю. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – 51 с.

2. Российская Федерация. Законы. О науке и государственной научно-технической политике: Федер. закон № 127-ФЗ: от 23.08.1996 // Сборник законов Российской Федерации. Москва: Эксмо, 2010. 1136 с.

## **ОБРАЗЕЦ ОБЛОЖКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»

Факультет горно-технологический  
*Кафедра геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях*

**Курсовая работа**  
**по дисциплине «Опасные природные и техноприродные процессы»**

**Тема:**

Выполнил:  
студент гр. \_\_\_\_

Проверил:  
проф. В. Б. Болтыров

Екатеринбург - 2020

Учебное издание

Владимир Босхаевич Болтыров  
Любовь Александровна Стороженко

## ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

*Методические указания*  
к курсовой работе по дисциплине  
«Опасные природные процессы»  
для студентов направления 20.03.01 – «Техносферная  
безопасность» очного, очно-заочного и заочного обучения

Редактор В. В. Баклаева  
Компьютерная верстка Г. И. Горбова

Подписано в печать  
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16.  
Печать на ризографе. Гарнитура Times New Roman.  
Печ. л. 0,5. Уч.-изд. л. 0,38. Тираж 50. Заказ

Издательство УГГУ  
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
Уральский государственный горный университет  
Отпечатано с оригинал-макета в лаборатории  
множительной техники УГГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебно-методическому комплексу  
С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Б1.В.08.06 МЕДИЦИНА КАТАСТРОФ**

Направление подготовки:

***20.03.01 Техносферная безопасность***

Направленность (профиль):

***Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности***

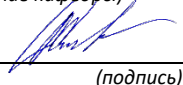
год набора: 2023

Автор: Суднева Е.М., старший преподаватель

Одобрена на заседании кафедры  
Геологии и защиты в чрезвычайных  
ситуациях

(название кафедры)

Зав.кафедрой



(подпись)

Стороженко Л.А.

(Фамилия И.О.)

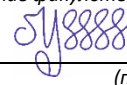
Протокол № 1 от 02.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией  
Горно-технологического факультета

(название факультета)

Председатель



(подпись)

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

по теме «Шок. Синдром длительного раздавливания»

1. Что такое травматический шок?
2. Назовите фазы травматического шока и их клиническое течение.
3. Что такое микроциркуляция и чем обусловлено ее нарушение при шоке?
4. Что такое ацидоз и чем он обусловлен при шоке?
5. Назовите кровезаменители гемодинамического действия и препараты для коррекции ацидоза.
6. Назовите периоды течения СДР.
7. Какие основные патологические изменения в организме ведут к развитию СДР?
8. Какие показатели говорят о выходе из состояния шока?
9. Что необходимо сделать при оказании помощи пострадавшему с СДР для уменьшения всасывания продуктов распада тканей из конечности?
10. На коррекцию каких изменений в организме направлена терапия при шоке?

### Тестовое задание

**Выбрать один правильный ответ.**

1. Индекс Алговера-Грубера – это отношение:
  - а) систолического давления к диастолическому;
  - б) пульса к систолическому давлению;
  - в) пульса к диастолическому давлению;
  - г) систолического давления к пульсовому.
2. Для стабилизации гемодинамики при шоке применяют:
  - а) липофундин;
  - б) перфторан;
  - в) полидез;
  - г) гемодез.
3. Первая помощь при СДР включает:
  - а) введение промедола, подачу кислорода, тугое бинтование конечности, охлаждение конечности, транспортную иммобилизацию;
  - б) введение атропина, щелочное питье, иммобилизацию конечности, срочную эвакуацию;

- в) новокаиновую блокаду, иммобилизацию конечности, обезболивание, подачу кислорода;
- г) подачу кислорода, срочную эвакуацию.

**Выбрать несколько правильных ответов**

4. При СДР пострадавшего до извлечения следует:

- а) обезболить;
- б) дать кислород;
- в) устранить явления нарушения дыхания;
- г) ввести атропин.

5. Для эректильной фазы шока характерно:

- а) неадекватность поведения;
- б) потеря сознания;
- в) возбуждение;
- г) заторможенность.

**Определить соответствие**

6. Фаза шока и симптомы

- |                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| 1) эректильная; | а) речевое возбуждение; |
| 2) торпидная    | б) заторможенность;     |
|                 | в) повышение АД;        |
|                 | г) снижение АД;         |
|                 | д) коматозное состояние |

7. Периоды СДР и характерные проявления

- |                  |                                    |
|------------------|------------------------------------|
| 1) ранний;       | а) острая почечная                 |
| 2) промежуточный | недостаточность; б) травматический |
|                  | шок;                               |

в) геморрагический шок;

г) вторичная инфекция.

#### **Установить последовательность действий**

8. Извлечение из-под завала.

а) освободить голову и верхнюю половину туловища;

б) наложить жгут;

в) обезболить;

г) заменить жгут на тугое бинтование;

д) иммобилизовать конечность;

е) устранить нарушения дыхания.

#### **Закончить предложение**

9. Причинами развития острой почечной недостаточности при СДР являются шок, токсемия и ....?

10. При сдавлении одной или двух конечностей в течение более 4-7 часов развивается форма СДР?

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ**

по Теме «Термические поражения»

1. Какая степень ожога относится к поверхностному, а какая - к глобальному ожогу?
2. Перечислите периоды ожоговой болезни
3. Назовите способы определения площади ожогов и перечислите площадь поверхности различных участков тела
4. Перечислите механизмы действия тока на организм человека
5. Как освободить пострадавшего от действия тока?
6. Как прекратить действие травмирующего фактора при ожоге кипятком, пламенем, химическими веществами?
7. Перечислите периоды замерзания
8. Назовите анатомические слои кожи
9. Перечислите функции кожного покрова

## Тестовое задание

### Выбрать один правильный ответ

1. Для ожогового шока наиболее характерно:
  - а) падение АД;
  - б) длительная эректильная фаза;
  - в) кровопотеря;
  - г) потеря сознания
2. К глубоким ожогам относятся ожоги:
  - а) I-II степени;
  - б) II-IIIa степени;
  - в) IIIa степени;
  - г) IIIб – IV степени.
3. Ожоговый шок развивается у взрослых при площади ожога:
  - а) более 20%;
  - б) более 5%;
  - в) более 10%;
  - г) более 15%

### Выбрать несколько правильных ответов

4. В течении ожоговой болезни различают:
  - а) начало;
  - б) ожоговый шок;
  - в) острую ожоговую токсемию;
  - г) разгар болезни.
5. Лечение ожогов может быть:
  - а) консервативным;



- б) оперативным;
- в) интенсивным;
- г) открытым.

6. Оперативное лечение ожогов во 2-м и 3-м периодах ожоговой болезни:

- а) отсроченная радикальная некрэктомия с первичной кожной пластикой;
- б) вторичная кожная пластика;
- в) устранение рубцовых контрактур;
- г) туалет ожоговой поверхности.

7. Для оперативного закрытия кожных дефектов используют:

- а) сетчатый трансплантат;
- б) кожные марки;
- в) кожные полоски;
- г) асептические повязки.

**Установить соответствие**

8. Период течения ожоговой болезни и мероприятия

- |                  |   |
|------------------|---|
| 1) ожоговый шок; | а) оперативное лечение;                       |
| 2) выздоровление | б) устранение действия повреждающего фактора; |
|                  | в) мажевые повязки;                           |
|                  | г) лечебная физкультура;                      |
|                  | д) обезболивание.                             |

Определить последовательность действий

9. Первая помощь при замерзании:

- а) ввести атропин;
- б) согреть;
- в) госпитализировать;
- г) снять мокрую одежду

**Закончить предложения:**

10. Второй период ожоговой болезни называется .... ?
11. Причинами смерти от воздействия тока являются и
12. Фактором, ускоряющим замерзание, является ...?
13. При отморожении II степени образуются пузыри с содержимым ... ?

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ**

по Теме «Отравления»

1. Что такое АХОВ?
2. Что такое химически опасные объекты?
3. Перечислите пути поступления яда в организм и пути выведения яда из организма.
4. Перечислите методы детоксикации организма.
5. Какие средства индивидуальной защиты от химического поражения вы знаете?
6. Какие виды санитарной обработки Вы знаете?
7. Какие рекомендации населению Вы можете дать при угрозе поражения хлором?
8. Какие рекомендации населению Вы можете дать при угрозе поражения аммиаком?
9. Какие рекомендации населению Вы можете дать при угрозе поражения фосфорорганическими соединениями?

**Тестовое задание**

**Выбрать один правильный ответ**

1. Наиболее характерные симптомы отравления хлором: а) миоз;

по теме «Термические поражения»

**Ситуационная задача 1**

У пострадавшего в области спины имеются ожоговые раны с пузырями, наполненными серозной жидкостью, и участками слущенного эпидермиса. В области груди ожоговые раны бурого цвета с выраженным отеком тканей и потерей чувствительности.

1. Определить площадь и глубину поверхностного, глубокого ожога и общую площадь поражения.
2. Пользуясь индексом Франка, определить степень тяжести ожогового шока.
3. Перечислить нарушенные потребности пострадавшего. Определить проблемы пострадавшего, выделить приоритетную проблему, поставить цель.
4. Спланировать мероприятия с их мотивацией.
5. Оценить результат.

### **Ситуационная задача 2**

У пострадавшего после длительного пребывания на улице при низкой температуре воздуха на стопе отмечаются пузыри с геморрагическим содержимым и выраженный отек мягких тканей.

1. Определить глубину поражения. Обосновать ваше решение.
2. Последовательность оказания первой помощи по схеме: манипуляция – цель.
3. Последовательность наложения термоизолирующей повязки.

### **Ситуационная задача 3**

Пострадавший находится под воздействием электрического тока. Оголенный провод касается грудной клетки. С расстояния видны выраженный цианоз лица, отсутствие дыхательных движений грудной клетки, периодически – генерализованные судороги.

Последовательность ваших действий по схеме: действие – его цель.

### **Ситуационная задача 4**

Ребенок 6 лет вылил на ногу кипящую воду из ведра.

Клиника, первая помощь.

### **Ситуационная задача 5**

В январе месяце при температуре воздуха  $-25^{\circ}\text{C}$  обнаружен мужчина с симптомами: потеря сознания, пульс едва прощупывается, ослабленное и замедленное дыхание.

Определить тяжесть термической травмы. Первая помощь.

### **Ситуационная задача 6**

Больной после длительного пребывания на улице в холодную сырую погоду жалуется на сильную боль в кисти, образование пузырей содержащих темно-красную жидкость.

Определить тяжесть термической травмы. Первая помощь.

### **Ситуационная задача 7**

Египет, август, температура в тени + 40 °С. Девушка жалуется на слабость, жажду, тошноту, однократную рвоту, шум в ушах. При опросе выяснилось, что она находилась под открытым солнцем в течение 5 часов.

Определить тяжесть термической травмы. Первая помощь.

#### **Ситуационная задача 8**

Электрик, при работе на высоте 3 метров получил удар электрическим током. При осмотре ушиб мягких тканей правой руки, судороги, сознание сохранено, дыхание и сердечная деятельность в норме. На ладони левой руки ожог (изменение цвета кожи).

Определить тяжесть термической травмы. Первая помощь.

#### **Ситуационная задача 9**

Лето, температура воздуха + 30 °С, у пожилой женщины после длительного пребывания на открытом воздухе на даче наблюдается нарушение психики (бред, галлюцинации), температура тела 40,2 °С, зрачки расширены, пульс 140 ударов в минуту, патологическое дыхание.

Определить тяжесть термической травмы. Ваши действия.

#### **Ситуационная задача 10**

Домохозяйка по неосторожности пролила на руку 70 % уксусную эссенцию.

Определить тяжесть термической травмы. Первая помощь.

#### **Ситуационная задача 11**

На остановке обнаружен мужчина в бессознательном состоянии. При осмотре: пульс едва прощупывается, дыхание ослаблено и замедлено, запах алкоголя изо рта, температура тела 28 °С.

Определить тяжесть термической травмы. Первая помощь.

#### **Ситуационная задача 12**

Во время проведения опыта в химической лаборатории произошло возгорание, затем пожар. В помещении находилось 3 человека. У первого – ожог спины (пузыри с геморрагическим содержимым), у второго – ожог мягких тканей лица (краснота, отек, пузыри с серозным содержимым), у третьего – ожог правого предплечья (отек, поверхность белесовато-серой краски, снижена тактильная чувствительность).

Определить тяжесть термической травмы. Первая помощь. Прогноз на выздоровление.

### **Ситуационная задача 13**

У ребенка 7 лет после прогулки в зимнее время года жалобы на зуд и боли в кистях, языке, щечках.

Определить тяжесть термической травмы. Первая помощь.

## **РЕШЕНИЕ СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ**

### **по теме «СДР. Радиационные поражения.»**

#### **Ситуационная задача 1**

Пострадавший был извлечен из под завала спасателями до прибытия бригады доврачебной помощи. При опросе выяснили, что вся левая нижняя конечность пострадавшего была сдавлена в течении 6 часов.

Перечислить симптомы. Определить тяжесть СДР. Лечебно-эвакуационные мероприятия.

#### **Ситуационная задача 2**

Пострадавший был извлечен из под завала спасателями до прибытия бригады доврачебной помощи. При опросе выяснили, что вся левая нижняя конечность пострадавшего была сдавлена в течении 3 часов.

Перечислить симптомы. Определить тяжесть СДР. Лечебно-эвакуационные мероприятия.

#### **Ситуационная задача 3**

Через 20 минут после радиационного облучения у пострадавшего появилось многократная мучительная рвота, жалуется на сильные головные боли, головокружение. При осмотре отмечается выраженная гиперемия лица, кистей, шеи. При измерении температуры тела выявлена гипертермия до 40,2 °С, АД 90/60 мм/рт. ст., пульс 92 удара в минуту слабого наполнения.

Лечебно-эвакуационные мероприятия.

## **РЕШЕНИЕ СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ**

### **по теме «Инфекционные поражения»**

**Ситуационная задача 1**

В очаге катастрофы особо опасной инфекции – чумы, находятся 70 человек.

Перечислить симптомы пострадавших. Лечебно-эвакуационные мероприятия в очаге.

**Ситуационная задача 2**

В очаге катастрофы особо опасной инфекции – холеры, находятся 70 человек.

Перечислить симптомы пострадавших. Лечебно-эвакуационные мероприятия в очаге.

**Ситуационная задача 3**

В очаге катастрофы особо опасной инфекции – оспы натуральной, находятся 70 человек.

Перечислить симптомы пострадавших. Лечебно-эвакуационные мероприятия в очаге.

**Ситуационная задача 4**

В очаге катастрофы особо опасной инфекции – ботулизма, находятся 70 человек.

Перечислить симптомы пострадавших. Лечебно-эвакуационные мероприятия в очаге.

**Ситуационная задача 5**

В очаге катастрофы особо опасной инфекции – тифа брюшного, находятся 70 человек.

Перечислить симптомы пострадавших. Лечебно-эвакуационные мероприятия в очаге.

**Ситуационная задача 6**

В очаге катастрофы особо опасной инфекции – сибирской язвы, находятся 70 человек.

Перечислить симптомы пострадавших. Лечебно-эвакуационные мероприятия в очаге.

**РЕШЕНИЕ СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ**

**по теме «Отравления»**

### Задача № 1

На химическом заводе по производству *хлора* произошла техногенная авария.

В зоне ЧС оказалось 35 человек, из них:

легко пораженные – 15 чел. (перечислить симптомы), поражены средней степени тяжести – 3 чел (перечислить симптомы), тяжело пораженные – 2 чел, один неопознанный труп.

Провести лечебно-эвакуационные мероприятия в очаге.

### Задача № 2

На химическом заводе по производству *карбофоса* произошла техногенная авария.

В зоне ЧС оказалось 34 человек, из них:

легко пораженные – 15 чел. (перечислить симптомы), поражены средней степени тяжести – 8 чел (перечислить симптомы), тяжело пораженные – 4 чел, один неопознанный труп.

Провести лечебно-эвакуационные мероприятия в очаге.

Алгоритм решения см. в теме № 3.

### № 3

Для разгона несанкционированного митинга сотрудниками ОВД был использован газ *хлорацетофенон*. Симптомы отравления, первая помощь.

### № 4

Ребенок 5 лет по неосторожности принял 10 г антибиотика *канамицина* (мономицина). Симптомы отравления, первая помощь.

### № 5

Во время «похмельного синдрома» человек в поисках спиртосодержащих средств принял *антифриз* (тормозная жидкость). Симптомы отравления, первая помощь.

### № 6

В гараже в течение 3 суток проводился ремонт автомобиля в углу гаража находилась открытая канистра с *ацетоном*. По истечению 3 суток рабочие почувствовали себя плохо. Симптомы отравления, первая помощь.

№ 7

Мужчина на ночь выпил упаковку (50 таблеток) *фенобарбитала*. Симптомы отравления, первая помощь.

№ 8

Женщина во время лечения от аллергии приняла завышенную дозу *преднизолона*. Симптомы отравления, первая помощь.

№ 9

Девушка во время эмоционального стресса приняла 2 упаковки *димедрола*. Симптомы отравления, первая помощь.

№ 10

Мужчина по неосторожности выпил в место водки концентрированную *уксусную кислоту 70 %*. Симптомы отравления, первая помощь.

№ 11

Молодой человек принял 5 упаковок таблеток *кофеин-бензоат натрия*. Симптомы отравления, первая помощь.

№ 12

Мужчина в состоянии «похмельного синдрома» выпил 2 флакона *одеколона*. Симптомы отравления, первая помощь.

№ 13

В частном доме с печным отоплением семья их 4 человек отравилась *угарным газом*. Симптомы отравления, первая помощь.

№ 14



Мужчина по неосторожности выпил концентрированный раствор *перманганата калия*. Симптомы отравления, первая помощь.

№ 15

У ребенка пяти лет поднялась температура 38 °С мама дала ребенку выпить на голодный желудок 6 таблеток *ацетилсалициловой* кислоты. Симптомы отравления, первая помощь.

№ 16

В подъезде многоэтажки найден молодой человек в бессознательном состоянии возле него обнаружен использованный шприц и несколько пустых ампул с *морфином гидрохлорида*. Симптомы отравления, первая помощь.

Приложение 1.

**Курация больного**

Общий план обследования

1. Паспортные данные
2. Жалобы при поступлении
3. История развития болезни
4. История жизни
5. Общий осмотр
6. Обследование органов дыхания
  - а) осмотр
  - б) пальпация
  - в) перкуссия
  - г) аускультация
7. Обследование органов кровообращения
  - а) осмотр
  - б) пальпация
  - в) перкуссия
  - г) аускультация
8. Обследование органов пищеварения
  - а) осмотр полости рта и брюшной стенки
  - б) пальпация органов брюшной полости поверхностная и глубокая
9. Обследование мочевыделительной системы
  - а) определение симптома Пастернацкого
10. Обследование нервной системы – поза Ромберга
11. Обследование эндокринной системы
12. Обследование костно-суставной системы
13. Предварительный диагноз
14. Обоснование диагноза
15. План дополнительного обследования больного
16. План лечения
  - а) режим
  - б) диета

в) уход

г) медикаментозное назначение

17. Заполнение сопроводительного листа.

### Приложение № 2

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку на догоспитальном этапе поражённых некоторыми химическими веществами.

#### АЗОТНАЯ КИСЛОТА

*Физические свойства* – бесцветная, дымящаяся на воздухе жидкость; в воздухе образуются пары оксидов азота.

*Общее действие* – раздражающее и прижигающее поражение парами, туманами и аэрозолями слизистых оболочек и кожных покровов.

Таблица 1

*Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку*

<b>Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения</b>	<b>Лечебно-эвакуационные мероприятия</b>
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легко поражённые:</i> раздражение верхних дыхательных путей, жжение и резь в глазах, слезотечение.	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> симптомы см. предыдущее состояние, но с более выраженной картиной, появляется кашель, стеснение в груди, затруднение дыхания.	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжело поражённые:</i> симптомы –см. предыдущее состояние, но с более выраженное картиной, появляются удушье, кашель с пенистой мокротой, цианоз губ, отёк лёгких.	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

#### АММИАК

*Физические свойства* – горючий газ; пары с воздухом образуют взрывоопасную смесь, с метаном – цианистый водород.

*Общее действие* – нейротропный раздражающий и удушающий яд; в виде газа и пара опасен при вдыхании, в виде капель и тумана – при попадании на кожу и слизистые оболочки.

Таблица 2

*Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку*

<b>Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения</b>	<b>Лечебно-эвакуационные мероприятия</b>
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> слезотечение, боль в глазах, насморк, першение в горле, сухой кашель, удушье, головокружение	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> см. симптомы предыдущего состояния, но в более	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской

выраженной форме. Появляются боли в желудке, рвота, задержка мочи, возбуждение, одышка до 30 дыханий в минуту, покраснение открытых участков кожи	помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> психомоторное возбуждение, резкое расстройство дыхания – одышка, влажные хрипы в лёгких, периодическая остановка дыхания, выраженная тахикардия или коллапс	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

### ДИХЛОРЕТАН

*Физические свойства* – бесцветная жидкость с запахом хлороформа, взрывоопасна.

*Общее действие* – токсическое влияние на ЦНС, печень и почки; оказывает местное раздражающее действие.

Таблица 3

*Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку*

<b>Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения</b>	<b>Лечебно-эвакуационные мероприятия</b>
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> головная боль, головокружение, психомоторное возбуждение или заторможенность	После оказания неотложной помощи эвакуация в стационар под наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Возможны судороги. При попадании на кожу – гиперемия, отёк, вплоть до образования пузырей	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Психомоторное возбуждение, потеря сознания, клоникотонические судороги	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

### ОКИСЬ УГЛЕРОДА

*Физические свойства:* газ, выделяется при пожарах, взрывах газовых смесей и процессах неполного сгорания.

*Общее действие:* обладает высоким сродством к гемоглобину, образуя карбоксигемоглобин. Вызывает состояние тканевой гипоксии.

Таблица 4

*Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку*

<b>Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения</b>	<b>Лечебно-эвакуационные мероприятия</b>
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> ощущение сдавления головы, сильная боль во лбу и висках, шум в ушах, головокружение, жажда, тахикардия, пульсация височных артерий	После оказания неотложной помощи (ингаляция увлажнённого кислорода) эвакуация в стационар под наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> сильная головная боль, головокружение, общая мышечная слабость, тошнота, рвота, возбуждение, судороги, нарушение дыхания	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> длительная потеря сознания с угнетением рефлексов (кома), дыхание прерывистое, судороги, повышение температуры тела до 38-39°C, АД понижено, возможен коллапс	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

### СЕРНАЯ КИСЛОТА

*Физические свойства* – маслянистая бесцветная жидкость; при попадании на металлические поверхности возможно образование мышьяковистого водорода.

*Общее действие* – раздражает и прижигает слизистые поверхности дыхательных путей, поражает лёгкие; при попадании на кожу вызывает тяжёлые ожоги.

Таблица 5

#### *Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку*

<b>Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения</b>	<b>Лечебно-эвакуационные мероприятия</b>
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> раздражение верхних дыхательных путей, жжение и резь в глазах, слезотечение, неприятные ощущения в горле	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Кашель, блефароспазм, ларингит, трахеит, бронхит	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> симптомы предыдущего состояния, но в более выраженной форме. Спазм голосовых мышц, кашель с пенистой мокротой, отёк гортани, отёк лёгких, ожог лёгких	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

## СЕРНИСТЫЙ АНГИДРИД

### (сернистый газ)

*Физические свойства* – газ, взрывоопасен при нагревании, при соединении с водой образуется серная и сернистая кислота.

*Общее действие* – раздражает дыхательные пути, вызывая спазм бронхов и сопротивление дыханию; раздражает слизистые оболочки глаз.

Таблица 6

#### *Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку*

<b>Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения</b>	<b>Лечебно-эвакуационные мероприятия</b>
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> слезотечение, чихание, першение, чувство сухости в горле, кашель	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> общая слабость, головная боль, приступы сухого кашля, охриплость голоса, жжение и боль в горле, тошнота, одышка	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> острое удушье, тяжёлая одышка, акроцианоз, полная афония, блефароспазм, светобоязнь, выраженная инъекция сосудов глаз, двигательное возбуждение, возможно развитие отёка лёгких	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

## СЕРОВОДОРОД

*Физические свойства* – горючий газ, образует с воздухом взрывоопасные смеси; при пожаре выделяет сернистый ангидрид.

*Общее действие* – нервно-паралитический яд, вызывающий смерть от остановки дыхания; приводит к тканевой гипоксии; оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки глаз, дыхательных путей и кожу.

Таблица 7

#### *Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку*

<b>Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения</b>	<b>Лечебно-эвакуационные мероприятия</b>
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> головная боль, светобоязнь, слезотечение, конъюнктивит, раздражение в горле и в носу, тошнота	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> головная боль, рвота, болезненное раздражение конъюнктивы, сердцебиение, возможен обморок или возбуждение с помрачением сознания	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника

<i>Тяжелопоражённые:</i> тахикардия, снижение АД; кома с гиперкинезом: рвота, сужение зрачков, помрачение сознания или его отсутствие, судороги; возможно развитие отёка лёгких	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача
---	---

### СЕРОУГЛЕРОД

*Физические свойства* – легковоспламеняющаяся жидкость; при нагревании самовоспламеняется.

*Общее действие* – нейротропный яд, дает преимущественно наркотический эффект; вызывает раздражение слизистых оболочек глаз и кожи.

Таблица 8

*Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку*

<b>Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения</b>	<b>Лечебно-эвакуационные мероприятия</b>
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> головная боль, головокружение, чувство лёгкого опьянения, снижение кожной чувствительности	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> сильная головная боль, эйфория, нарушение координации движений, тошнота, рвота; могут быть галлюцинации, судороги	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> отсутствие сознания, кома с исчезновением всех рефлексов, судороги	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

### СОЛЯНАЯ КИСЛОТА

*Физические свойства* – взрывоопасная негорючая жидкость.

*Общее действие* – пары и растворы раздражают и прижигают слизистые оболочки и кожу.

Таблица 9

*Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку*

<b>Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения</b>	<b>Лечебно-эвакуационные мероприятия</b>
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> Жжение и резь в глазах, раздражение верхних дыхательных путей, першение в горле, слезотечение	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение

<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Затруднение дыхания, кашель, болезненность открытых участков кожи	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Одышка, удушье, кашель с пенистой мокротой, охриплость голоса, помутнение роговицы, пузыри и изъязвления на коже	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

### ФОРМАЛЬДЕГИД

*Физические свойства* – газ с резким запахом, образует с воздухом взрывоопасные смеси, воспламеняется от открытого пламени.

*Общее действие* – раздражающее; дает общетоксический и нейротропный эффекты.

Таблица 10

#### *Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку*

<b>Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения</b>	<b>Лечебно-эвакуационные мероприятия</b>
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> слезотечение, першение в горле, кашель, резь в глазах, покраснение кожи	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
<i>Поражение средней степени тяжести:</i> кашель, одышка, удушье, головная боль, головокружение, потливость, слабость, шаткая походка	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> сильная головная боль, гиперемия кожи, чувство страха, судороги, потеря сознания, отёк лёгких	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

### ФОСФОРООРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ ФОС

( дихлофос, карбофос, метафос, тиофос, хлорофос)

*Физические свойства* – твёрдые кристаллические вещества или маслянистые жидкости, при горении образуют токсичные соединения.

*Общее действие* – общетоксическое, нейротропное; пыль ФОС раздражает верхние дыхательные пути и слизистые оболочки глаз.



Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	Лечебно-эвакуационные мероприятия
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> возбуждение, беспокойство, сужение зрачков, головная боль, нарушения зрения, затруднения дыхания, диспептические явления	После оказания неотложной помощи эвакуация в стационар под наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Рвота, понос, приступы удушья через каждые 10-15 мин., схваткообразные боли в животе, зрачки сужены, фибрилляция мышц, АД повышено	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> сознание утрачено, кожа бледная, влажная с выраженным цианозом; брадикардия, гипотензия; зрачки сужены, реакция на свет отсутствует, периодические клонические судороги; возможна кома	Немедленное введение антидотов. После достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

ФОСГЕН

*Физические свойства* – взрывоопасный газ, при пожаре диссоциирует на окись углерода и хлор.

*Общее действие* – раздражающее и удушающее, опасен при попадании на кожу.

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	Лечебно-эвакуационные мероприятия
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> слабое раздражение верхних дыхательных путей, резь в глазах, слезо- и слюнотечение, затруднение дыхания, кашель; затем в течении 4-6 ч (иногда больше) субъективное благополучие	После оказания неотложной помощи эвакуация в стационар под наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Учащение дыхания при уменьшении ЧСС, мнимое благополучие 1-4 ч	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника

<i>Тяжелопоражённые:</i> симптомы см. предыдущее состояние, но в более выраженной форме, сильная одышка (до 50-60 дыханий в минуту), быстрое развитие отёка лёгких	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача
--	---

### ФТОРИСТО-ВОДОРОДНАЯ КИСЛОТА

*Физические свойства* – негорючая жидкость, при взаимодействии с металлами выделяются легковоспламеняющиеся газы.

*Общее действие* – раздражает слизистые оболочки и кожные покровы.

Таблица 13

*Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку*

<b>Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения</b>	<b>Лечебно-эвакуационные мероприятия</b>
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> раздражение верхних дыхательных путей, жжение и резь в глазах, слезотечение	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> предыдущее состояние в более выраженной форме. Блефароспазм, расстройства ЦНС, сердечно-сосудистая недостаточность	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Отёк гортани, отёк лёгких, шок; судорожное, коллаптоидное, коматозное состояния; падение АД, нарушение коронарного кровообращения	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

### ХЛОР

*Физические свойства* – газ, сильный окислитель.

*Общее действие* – резко выраженное раздражающее, прижигающее, удушающее; опасен при попадании на кожу.

Таблица 14

*Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку*

<b>Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения</b>	<b>Лечебно-эвакуационные мероприятия</b>
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> раздражение верхних	После оказания неотложной помощи эвакуация

дыхательных путей, жжение и резь в глазах, слезотечение, сухой кашель, чувство давления за грудиной, отёк и гиперемия слизистой зева, гортани	под амбулаторное наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Умеренная одышка (25-30 дыханий в минуту), хрипы и ослабленное дыхание в лёгких, пульс частый, нитевидный, снижение АД до 100\50 мм рт. ст.	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> см. симптомы предыдущего состояния. Сильное возбуждение, синюшность кожных покровов, удушье, нарушение координации, клочущее дыхание, влажные хрипы в лёгких, возможна потеря сознания	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

### ХЛОРИСТЫЙ МЕТИЛ

(метилхлорид)

*Физические свойства* – горючий газ, пары образуют с воздухом взрывоопасные смеси.

*Общее действие* – общетоксическое и нейротропное; раздражает слизистые оболочки и кожу.

Таблица 15

*Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку*

<b>Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения</b>	<b>Лечебно-эвакуационные мероприятия</b>
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> головная боль, головокружение, нарушения зрения, слуха	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> сильная головная боль, затемнение сознания, тошнота, рвота, боли в животе, понос, снижение АД	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> возбуждение, галлюцинации, нарушение речи, приступы судорог, сосудистый коллапс, кома	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

### ЦИАНИСТЫЙ ВОДОРОД

(синильная кислота)

*Физические свойства* – легко воспламеняющаяся жидкость; при пожаре выделяются окислы азота.

*Общее действие* – общетоксический яд; блокирует тканевое дыхание, вызывая быстрое удушье.

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	Лечебно-эвакуационные мероприятия
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> слабость, слюнотечение, онемение рта и зева, покраснение конъюнктивы, затруднение речи, головная боль, тошнота, рвота, сердцебиение, учащение дыхания	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> слабость, боль и чувство стеснения в области сердца, брадикардия, сильная одышка, рвота, расширение зрачков, экзофтальм	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> усиливающаяся одышка, потеря сознания, сильные судороги, полная потеря чувствительности и рефлексов, непроизвольные мочеиспускание и дефекация	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

ЧЕТЫРЁХХЛОРИСТЫЙ УГЛЕРОД

*Физические свойства* – бесцветная, легколетучая, малорастворимая в воде жидкость; при контакте с пламенем, раскалёнными предметами (при пожаре) разлагается с образованием фосгена и окиси углерода.

*Общее действие* – общетоксическое (нейротропное, гематотропное, удушающее).

Таблица 17

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	Лечебно-эвакуационные мероприятия
<i>Без симптомов поражения</i>	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
<i>Легкопоражённые:</i> , головная боль, головокружение, заторможенность, тошнота рвота	После оказания неотложной помощи эвакуация в стационар под наблюдение
<i>Поражённые средней степени тяжести:</i> симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Возбуждение, иногда может быть подавленность	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
<i>Тяжелопоражённые:</i> симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме, Эпилептиформные судороги, потеря сознания, желтушность, гематурия; в случае ингаляции может развиваться отёк лёгких	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

**Приложение № 3**

**НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ОСТРЫЕ ОТРАВЛЕНИЯ (симптоматика и неотложная помощь)**

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь  1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
<p><b>Азотная кислота</b></p> <p><b>Алкоголь</b></p> <p><b>Амидопирин</b> и другие производные пиразолона</p> <p><b>Аминазин</b></p>	<p align="center"><i>См. Кислоты крепкие</i></p> <p align="center"><i>См. Спирт этиловый, суррогаты алкоголя</i></p> <p>При легких отравлениях появляются шум в ушах, тошнота, рвота, общая слабость, понижение температуры, одышка, сердцебиение. При тяжелых отравлениях развиваются судороги, сонливость, бред, потеря сознания и коматозное состояние, для которого характерны расширенные зрачки, цианоз, гипотермия, снижение артериального давления. Возможно развитие периферических отеков вследствие задержки в организме ионов натрия и хлора.</p> <p>Резкая слабость, головокружение, сухость в полости рта, тошнота, возможны появления судорог, потеря сознания. Коматозное состояние неглубокое, сухожильные рефлексы повышены, зрачки сужены. Учащение пульса, снижение артериального давления без цианоза. Кожные аллергические реакции. При выходе из комы возможны явления паркинсонизма. При разжевывании драже аминазина возникают гиперемия и отек слизистой оболочки полости рта.</p>	<p>Промывание желудка через зонд. Солевое слабительное внутрь. Форсированный диурез, ощелачивание мочи. В раннем периоде – гемодиализ или перитонеальный диализ.</p> <p>Внутримышечно витамин В<sub>1</sub> (2мл 6%-ного раствора). Сердечно-сосудистые средства. При судорогах – барбитал (5 мл 10%-ного раствора) внутримышечно. При отеках – хлорид калия по 1 г внутрь, мочегонные.</p> <p>Промывание желудка, солевое слабительное. Форсированный диурез без ощелачивания плазмы. Перитонеальный диализ, гемосорбционная детоксикация.</p> <p>При гипотонии – кофеин (1-3 мл 10%-ного раствора) и эфедрин (2 мл 5%-ного раствора) под кожу, витамин В<sub>1</sub> (4 мл 6%-ного раствора) внутримышечно. При паркинсонизме – динезин (депаркин), имизин (мелипрамин) по 50-75 мг в сутки, внутрь. Лечение острой сердечно-сосудистой недостаточности</p>

<p>Эуфиллин</p> <p>Аммиак</p> <p>Эстимал</p> <p>Анальгин</p>	<p><i>См. Кофеин</i></p> <p><i>См. Щелочи едкие</i></p> <p><i>См. Барбитураты</i></p> <p><i>См. Амидопирин</i></p>
--	--

Токсичное вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь
<p><b>Андаксин</b> (мепротан, мепробамат)</p> <p><b>Антабус</b> (тетурам)</p>	<p>Коматозное состояние с расширением зрачков, гипотония при поверхностном коматозном состоянии. Частые инфекционные поражения легких (пневмония), периферические отеки. См. также <i>Барбитураты</i>.</p> <p>После курса лечения антабусом прием алкоголя вызывает резкую вегетативно-сосудистую реакцию – гиперемию кожных покровов, чувство жара в лице, затруднение дыхания,</p>	<p style="text-align: center;"><b>1. Методы активной детоксикации</b></p> <p style="text-align: center;"><b>2. Антидотное лечение</b></p> <p style="text-align: center;"><b>3. Симптоматическая терапия</b></p> <p>Промывание желудка с последующей дачей солевого слабительного. Форсированный диурез без ощелачивания плазмы. Перитонеальный диализ, гемодиализ, гемосорбционная детоксикация.</p> <p>Лечение сердечно-сосудистой недостаточности</p>

<p><b>Антибиотики</b> (стрептомицин, мономицин, канамицин и др.)</p>	<p>сердцебиение, чувство страха смерти, озноб. Постепенно реакция заканчивается, и через 1-2 часа наступает сон. Однако после приема больших доз алкоголя может иметь место более тяжелая реакция – резкая бледность кожных покровов, цианоз, повторная рвота, учащение пульса и падение артериального давления.</p> <p>Одноразовый прием внутрь сверхвысокой дозы антибиотиков мицинового ряда (свыше 10 г может вызвать глухоту вследствие поражения слухового нерва (стрептомицин) или олигурию вследствие почечной недостаточности (канамицин). Указанные осложнения развиваются, как правило, при заметно сниженном диурезе на фоне различных инфекций при меньшей суточной дозе препарата, но более длительном его применении. Аллергическая реакция, вызываемая антибиотиками при применении обычных лечебных доз, не является отравлением (анафилактический шок).</p>	<p>Придать больному горизонтальное положение. Внутривенно – глюкозу (40 мл 40%-ного раствора) с аскорбиновой кислотой (10 мл 5%-ного раствора). Гидрокарбонат натрия (200 мл 4 %-ного раствора) в вену капельно. Витамин В<sub>1</sub> (2 мл 5%-ного раствора внутримышечно), фуросемид (лазикс) – 40 мл внутривенно. Сердечно-сосудистые средства.</p> <p>При снижении слуха на 1-3-и сутки после отравления показан гемодиализ или форсированный диурез.</p> <p>При олигурии и изотемии – гемодиализ, в первые сутки – форсированный диурез.</p>
--	---	--

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь
<p><b>Антикоагулянты</b> герапин, дикумарин, пелентан, фенилин и</p>	<p>Кровотечение (носовое, маточное, желудочное, кишечное). Гематурия. Кровоизлияния в подкожную клетчатку, мышцы, внутренние органы. Резкое увеличение времени свертывания крови (гепарин) или падение протромбинового</p>	<p><b>1. Методы активной детоксикации</b> <b>2. Антидотное лечение</b> <b>3. Симптоматическая терапия</b></p> <p>1. В тяжелых случаях – заместительное переливание крови, форсированный диурез. 2. Витамин К (5 мл 1%-ного раствора) внутривенно под контролем протромбинового индекса. Хлорид кальция (10 мл 10%-ного раствора внутривенно. Переливание крови (250 мл) повторно.</p>

<p>др.)</p> <p><b>Антифриз</b> («тормозная жидкость» этиленгликолевого состава)</p>	<p>индекса (прочие препараты).</p> <p>После приема антифриза внутрь вначале наступают явления легкого алкогольного опьянения при хорошем самочувствии. Спустя 5-8 часов появляются боли в подложечной области, сильная жажда, головная боль, рвота, понос, боли в животе. Кожные покровы сухие, гиперемированы. Слизистые оболочки с цианотическим оттенком. Психомоторное возбуждение, расширение зрачков, повышение температуры, одышка, тахикардия. При тяжелых отравлениях наступают потеря сознания, ригидность затылочных мышц, клонико-тонические судороги. Дыхание глубокое, шумное, явления острой сердечно-сосудистой недостаточности, отек легких. На 2-5-е сутки - анурия вследствие почечной недостаточности.</p>	<p>3. При передозировке гепарина – протаминсульфат (5 мл 1%-ного раствора) в вену, в случае необходимости повторно (по 1 мл на каждые 5000 единиц введенного гепарина). Аминокапроновая кислота (250мл) внутривенно. Антигемофильная плазма (500 мл) внутривенно. Сердечно-сосудистые средства по показаниям.</p> <p>1. Промывание желудка через зонд, солевое слабительное. Показан ранний гемодиализ в первые сутки после отравления. Форсированный диурез.</p> <p>2. Хлорид кальция или глюконат кальция по 10-20 мл 10% раствора внутривенно повторно. Этиловый спирт по 10 мл 30%-ного раствора внутрь повторно или 100-200 мл 5%-ного раствора внутривенно в первые сутки.</p> <p>3. Лечение острой почечной недостаточности с помощью гемодиализа. При возбуждении – сульфат магния (10 мл 25%-ного раствора) внутримышечно, спинальная пункция. Двусторонняя паранефральная блокада. Сердечно-сосудистые средства.</p>
<p><b>Токсическое</b></p> <p><b>вещество</b></p>	<p><b>Симптомы отравления</b></p>	<p><b>Неотложная помощь</b></p> <p>1. <b>Методы активной детоксикации</b></p> <p>2. <b>Антидотное лечение</b></p> <p>3. <b>Симптоматическая терапия</b></p>



<p><b>Атропин</b></p>	<p>Сухость в полости рта, расстройство речи и глотания, нарушение ближнего видения, диплопия, светобоязнь, сердцебиение, одышка, головная боль. Сухость и гиперемия кожных покровов. Пульс частый, слабый, падение артериального давления. Зрачки расширены, на свет не реагируют. Психическое и двигательное возбуждение, галлюцинации, бред, эпилептиформные судороги с последующей потерей сознания и развитием коматозного состояния. Смерть наступает при явлениях паралича дыхательного центра и сосудистой недостаточности</p> <p>При попадании внутрь и вдыхании паров – состояние опьянения, головокружение, слабость, шаткая походка, тошнота, боли в животе, коллапс, коматозное состояние. Возможны поражения печени (токсический гепатит) и почек (снижение диуреза, появление белка и эритроцитов в моче). При выходе из коматозного состояния часто развивается пневмония.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. При пероральном отравлении – промывание желудка через зонд, обильно смазанный вазелиновым маслом. Форсированный диурез.</li> <li>2. В коматозном состоянии при отсутствии резкого возбуждения – пилокарпин (1 мл 1%-ного раствора) повторно, прозерин (1 мл 0,05%-ного раствора) под кожу повторно.</li> <li>3. При возбуждении – аминазин (2 мл 2,5%-ного раствора), лучше тизерцин (2 мл 2,5%-ного раствора), димедрол (2 мл 2%-ного раствора), промедол (2 мл 1%-ного раствора) под кожу или барбитураты короткого действия: тиопентал-натрий (2,5%-ный раствор), гексенал (3-4 мл 2,5%-ного раствора) внутривенно с перерывом по 30 с (до 10-15 мл. При резкой гипертермии – амидопирин (10-20 мл 4%-ного раствора), анальгин (1-2 мл 50%-ного раствора) или реопирин (5мл) внутримышечно, пузырь со льдом на голову и паховые области, обертывание влажной простыней и обдувание вентилятором.</li> </ol> <p>При пероральном отравлении – промывание желудка, при ингаляционном – промывание глаз водой, ингаляции кислорода. Ощелачивание мочи. Форсированный диурез.</p> <p>Лечение острой сердечно-сосудистой недостаточности (токсический шок), нефропатии, пневмонии.</p>
<p><b>Ацетон</b></p>		
<p><b>Токсическое</b></p>		<p><b>Неотложная помощь</b></p>

вещество	Симптомы отравления	<b>1. Методы активной детоксикации</b> <b>2. Антидотное лечение</b> <b>3. Симптоматическая терапия</b>
<p><b>Аэрон</b></p> <p><b>Барбитураты</b> (барбамил, барбитал-натрий, этаминалнатрий, фенобарбитал) и другие снотворные и седативные препараты</p> <p><b>Бекарбон</b></p> <p><b>Белена</b></p>	<p style="text-align: center;"><i>См. Атропин</i></p> <p>Отравление барбитуратами вызывает наркотическое опьянение, поверхностное или глубокое коматозное состояние с падением сердечно-сосудистой деятельности и дыхания, гипотермию, в тяжелых случаях – гипертермию. В глубокой коме дыхание редкое, поверхностное, пульс слабый; цианоз, зрачки узкие, на свет не реагируют, но в терминальной стадии могут расширяться; роговичный, сухожильный и глоточный рефлексы ослабевают или отсутствуют; диурез уменьшен. В случае продолжительной комы (свыше 12 часов) возможно развитие бронхопневмонии, коллапса, глубоких пролежней и тромбоземболических осложнений. В посткоматозном периоде возникают постоянная неврологическая симптоматика (птоз, шаткая походка и др.), эмоциональная лабильность, депрессия.</p> <p style="text-align: center;"><i>См. Атропин</i></p> <p style="text-align: center;"><i>См. Атропин</i></p> <p style="text-align: center;"><i>См. Атропин</i></p> <p>Раньше всего появляются симптомы отравления атропином (см. Атропин) с последующим развитием тяжелого коматозного состояния, сходного с барбитуровой комой (см. Барбитураты) при выраженной сухости кожных покровов и слизистых оболочек, расширении зрачков и гиперемии кожных покровов,</p>	<p>При коме – промывание желудка проводят после предварительной интубации. В конце промывания – дача солевого слабительного (30 г сульфата магния в 100 мл воды). Форсированный диурез в сочетании с введением 4%-ного раствора гидрокарбоната натрия в вену. В тяжелых случаях возможно раннее применение гемодиализа, перитонеального диализа, гемосорбционная детоксикация.</p> <p>Бемегрид по 10 мл 0,5%-ного раствора внутривенно до 100 мл в сутки у пожилых больных. В стадии глубокой комы бемегрид противопоказан.</p> <p>Лечение: при возбуждении – см. <i>Атропин</i>; при развитии комы – см. <i>Барбитураты</i></p>

<p><b>Белладонна</b></p> <p><b>Беллоид</b> (белласпон)</p>	<p>гипертермии.</p>	
--	---------------------	--

<p><b>Токсическое вещество</b></p>	<p><b>Симптомы отравления</b></p>	<p><b>Неотложная помощь</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Методы активной детоксикации</b></li> <li>2. <b>Антидотное лечение</b></li> <li>3. <b>Симптоматическая терапия</b></li> </ol>
<p><b>Бутадион</b></p> <p><b>Веронал</b></p> <p><b>Гашиш</b></p> <p><b>Героин</b></p> <p><b>Глюкокортико стероиды</b> (гидрокортизон, преднизолон и др.)</p>	<p><i>См. Амидопирин</i></p> <p><i>См. Барбитураты</i></p> <p><i>См. Индийская конопля</i></p> <p><i>См Морфин</i></p> <p>Отеки, повышение артериального давления, нефропатия (появление белка в моче, уменьшение объема фильтрации). Нарушения сердечного ритма и ЭКГ, связанные с гипокалиемией и электролитно-стероидной кардиопатией</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Форсированный диурез</li> <li>2. Назначение м-холиномиметиков (ацеклидина, цизаприда)</li> <li>3. Хлорид калия 3-5 г в сутки внутрь</li> </ol>

<p><b>Денатурат</b></p> <p><b>Дигиталис</b> (дигоксин)</p> <p><b>Дикумарин</b></p> <p><b>Димедрол</b> и другие антигистаминные препараты (дипразин, супрастин</p> <p><b>Древесный</b> спирт</p> <p><b>Змеиный яд</b></p> <p><b>Изониазид</b></p>	<p><i>См. Суррогаты алкоголя</i></p> <p><i>См. Сердечные гликозиды</i></p> <p><i>См. Антикоагулянты</i></p> <p><i>См. Атропин</i></p> <p><i>См. Спирт метиловый</i></p> <p><i>См. Укусы змей</i></p> <p>Диспепсические расстройства, головокружение, боли в животе, дизурические расстройства, протеинурия. При тяжелых отравлениях – судороги эпилептиформного типа с потерей сознания и расстройством дыхания</p>	<p>Промывание желудка, солевое слабительное. Форсированный диурез (ощелачивание мочи). Ранний гемодиализ.</p> <p>Витамин В<sub>6</sub> (10 мл 5%-ного раствора) внутривенно, повторно.</p> <p>Эфирно-кислородный наркоз с миорелаксантами, аппаратное дыхание.</p>
--	---	--

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь  1. Методы активной детоксикации 2. Антidotное лечение 3. Симптоматическая терапия
<b>Йод</b>	При вдыхании паров йода возможно поражение верхних дыхательных путей (см. Хлор). При попадании концентрированных растворов йода внутрь развиваются тяжелые ожоги пищеварительного тракта, слизистая оболочка имеет характерный темно-бурый цвет.	Промывание желудка через зонд, лучше с использованием 0,5%-ного раствора тиосульфата натрия.  Тиосульфат натрия (до 300 мл в 30%-ного раствора) внутривенно капельно.  Лечение ожогов пищеварительного тракта (см. <i>Кислоты крепкие</i> ).
<b>Карбофос</b>  <b>Кислоты крепкие</b>  (азотная, серная, уксусная, соляная, щавелевая и др.)	<p>В начальном периоде при поступлении крепких кислот внутрь развиваются явления токсического ожогового шока, на 2-3-и сутки преобладают явления токсемии (повышение температуры, возбуждение, затем явления нефропатии и гепатопатии).</p> <p>Резчайшие боли в полости рта, по ходу пищевода и желудка. Повторная рвота с примесью крови, пищеводно-желудочное кровотечение. Значительная саливация, механическая асфикция в связи с болезненностью акта откашливания и отеком гортани. К концу первых суток в тяжелых случаях, особенно при отравлениях уксусной эссенцией, появляется желтушность кожных покровов как результат гемолиза. Моча приобретает темно-коричневый цвет. Печень при пальпации увеличена и болезненна. Явления реактивного перитонита, панкреатита. При отравлении уксусной эссенцией наиболее выражены явления гемоглинурийного нефроза (анурия, азотемия). Частыми осложнениями являются гнойный трахеобронхит и</p>	<p>См. <i>Фосфорорганические вещества</i></p> <p>Промывание желудка через зонд, смазанный растительным маслом, несмотря на наличие в желудочном содержании крови. Перед промыванием желудка подкожно – морфин (1 мл 1%-ного раствора) и атропин (1 мл 0,1%-ного раствора. Форсированный диурез.</p> <p>Введение 4%-ного раствора гидрокарбоната натрия до 1500 мл внутривенно при появлении мочи темного цвета и развитии метаболического ацидоза.</p> <p>Лечение ожогового шока. Для местного лечения обожженной поверхности внутрь через каждый час дают 20 мл микстуры следующего состава: 200 мл 10%-ной эмульсии подсолнечного масла, 2 г анестезина, 2 г биомидина. Сердечно-сосудистые средства: кордиамин (2 мл), кофеин (2 мл 10%-ного раствора) под кожу. Глюкозоновокаиновая смесь (300 мл 5%-ного раствора глюкозы, 50 мл 40%-ного раствора глюкозы, 30 мл 2%-ного раствора новокаина в вену капельно). Новокаиновая паранефральная блокада. В случаях значительной кровопотери</p>

	пневмонии.	проводят повторное переливание крови, плазмы – 250 мл. Применяют массивные дозы антибиотиков. Гормонотерапия: гидрокортизон (125 мг), АКГГ (40 ЕД в сутки) внутримышечно. (2 мл 5%-ного раствора).
<b>Токсическое вещество</b>	<b>Симптомы отравления</b>	<b>Неотложная помощь</b>  <b>1. Методы активной детоксикации</b> <b>2. Антидотное лечение</b> <b>3. Симптоматическая терапия</b>
	С 3-й недели появляются признаки рубцового сужения пищевода или, чаще, выходного отдела желудка. Постоянно отмечается ожоговая астения с похуданием и нарушением белкового и водно-электролитного равновесия.	Внутримышечно витамины: В <sub>12</sub> (400 мкг), В <sub>1</sub> (2 мл 5%-ного раствора), В <sub>6</sub> . Лечение токсической нефропатии. Кровоостанавливающие средства: викасол (2 мл 1%-ного раствора) внутримышечно, хлорид кальция (20 мл 10%-ного раствора) внутривенно. При отеке гортани – ингаляции аэрозолей пенициллина (300 000 ЕД на 3 мл 0,5%-ного раствора новокаина) с 1 мл 5%-ного раствора эфидрина или 1 мл 0,1%-ного раствора адреалина. При безуспешности указанного мероприятия – трахеостомия. Диета № 1а в течение 3-5 суток, а затем стол № 5а, при кровотечении – голод.
<i>См. Морфин</i>		
<i>См. Дикаин</i>		
<i>См. Сердечные гликозиды</i>		

<p><b>Кодеин</b></p> <p><b>Кокаин</b></p> <p><b>Коргликон</b></p> <p><b>Кофеин</b></p>	<p>Шум в ушах, головокружение, тошнота, сердцебиение. Возможны выраженное психомоторное возбуждение, клонико-тонические судороги. В дальнейшем может развиваться резкое угнетение центральной нервной системы вплоть до сопорозного состояния, выраженная тахикардия до уровня пароксизмальной, сопровождающаяся гипотонией и другие сердечные аритмии. При передозировке препаратов теофиллина, особенно при внутривенном введении, возможны приступ клоникотонических судорог и снижение артериального давления. Опасен ортостатический коллапс.</p>	<p>Промывание желудка через зонд, солевое слабительное. Форсированный диурез.</p> <p>Аминазин ( 2 мл 2,5 %-ного раствора) внутримышечно. В тяжелых случаях – литическая смесь: аминазин (1 мл 2,5%-ного раствора), промедол (1мл 1% раствора), дипразин (2 мл 2,5%-ного раствора) с новокаином внутримышечно. При судорогах – барбитал (3 мл 10%-ного раствора) внутривенно. Лечение сердечно-сосудистой недостаточности.</p>
--	--	---

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь  1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Лантозид		<i>См. Сердечные гликозиды</i>
Мединал ( барбитал-натрий)		<i>См. Барбитураты</i>
Мепротан (мепробамат)		<i>См. Андаксин</i>
Меркаптофос		
Метанол		<i>См. Фосфорорганические вещества</i>
Метафос		<i>См. Спирт метиловый</i>
Морфин		<i>См. Фосфорорганические вещества</i>



<p>(опий, пантопон, омнопон, геин, этилморфина гидрохлорид, кодеин, текодин, фенадон)</p>	<p>При приеме внутрь или при парентеральном введении токсических доз препаратов развивается коматозное состояние, которое характеризуется значительным сужением зрачков с ослаблением реакции на свет, гиперемия кожи, гипертонус мышц, иногда клонико-тонические судороги. В тяжелых случаях часто нарушается дыхание и развивается асфикция – резкий цианоз слизистых оболочек, расширение зрачков, сердечно-сосудистая недостаточность. При тяжелом отравлении кодеином возможны нарушения дыхания при сохраненном сознании больного. Возможно также значительное снижение артериального давления.</p>	<p>Повторное промывание желудка даже при внутривенном введении морфина, солевое слабительное. Форсированный диурез, ощелачивание мочи, перитонеальный диализ.</p> <p>Введение налорфина (анторфина) (3-5 мл 0,5%-ного раствора) внутривенно.</p> <p>Подкожно и внутривенно: атропин (1-2,2 мл 0,1%-ного раствора), кофеин (2мл 10%-ного раствора), кордиамин (2мл). Согревание тела. Внутривенно витамин В<sub>1</sub> (3 мл 5%-ного раствора) повторно. Ингаляция кислорода, искусственное дыхание.</p>
<p><b>Наперстянка</b></p>	<p><i>См. Сердечные гликозиды</i></p>	<p><i>См. Сердечные гликозиды</i></p>
<p><b>Нашатырный спирт</b></p>	<p><i>См. Щелочи едкие</i></p>	<p><i>См. Щелочи едкие</i></p>
<p><b>Ноксирон</b></p>	<p><i>См. Барбитураты</i></p>	<p><i>См. Барбитураты</i></p>
<p><b>Норсульфазол</b></p>	<p><i>См. Сульфаниламиды</i></p>	<p><i>См. Сульфаниламиды</i></p>
<p><b>л</b></p>	<p><i>См. Суррогаты алкоголя</i></p>	<p><i>См. Суррогаты алкоголя</i></p>
<p><b>Одеколон</b></p>	<p><i>См. Угарный газ</i></p>	<p><i>См. Угарный газ</i></p>
<p><b>Окись углерода</b></p>	<p><i>См. морфин</i></p>	<p><i>См. морфин</i></p>
<p><b>Омнопон</b></p>	<p><i>См. Морфин</i></p>	<p><i>См. Морфин</i></p>
<p><b>Опий</b></p>	<p></p>	<p></p>

--

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь
<p><b>Пахикарпин</b></p>	<p>Расширение зрачков, расстройство зрения, резкая слабость, атаксия сухость слизистых оболочек, головокружение, тошнота, рвота, психомоторное возбуждение, клонико-тонические судороги, мышечные фибрилляции, тахикардия, бледность, акроцианоз, гипотония, боли в животе. В тяжелых случаях – потеря сознания, коллапс (часто ортостатический), остановка сердечной деятельности при внезапной брадикардии.</p>	<p>Промывание желудка, солевое слабительное, форсированный диурез, гемодиализ.</p> <p>АТФ (аденозинтрифосфорная кислота) (2-3 мл 1%-ного раствора) внутримышечно. Прозерин (1 мл 0,05%-ного раствора) под кожу повторно. Внутривенно витамин В<sub>1</sub> (10 мл 5%-ного раствора) повторно.</p> <p>При остановке дыхания – искусственное аппаратное дыхание. При судорогах – барбитал (3 мл 10%-ного раствора) внутривенно. Лечение токсического шока. Сердечно-сосудистые средства.</p> <p><i>См. Кислоты крепкие.</i></p>
<p><b>Перманганат калия</b></p>	<p>При попадании яда внутрь возникают резкие боли в полости рта, по ходу пищевода, в животе, рвота, понос. Слизистая оболочка полости рта и глотки отечна, темно-коричневого цвета. Возможны отек гортани и механическая асфикция, ожоговый шок, двигательное возбуждение, судороги, коллапс. Часто наблюдаются тяжелые пневмонии, геморрагический колит, гепатит, острая почечная недостаточность, явления паркинсонизма. При пониженной кислотности желудочного сока возможна метгемоглобинемия с выраженным цианозом и одышкой.</p> <p>При попадании на кожу – побеление, ожог, волдыри, При приеме внутрь – ожоги пищеварительного тракта (<i>см. Щелочи едкие</i>).</p> <p>Покраснение лица, астматическое состояние,</p>	<p>При резком цианозе (метгемоглобинемия) - метиленовый синий (50 мл 1%-ного раствора), аскорбиновую кислоту (30 мл 5%-ного раствора) внутривенно. При тяжелых отравлениях показана операция замещения крови.</p> <p>Внутримышечно витамины: В<sub>12</sub> до 1000 мкг, В<sub>6</sub> (3 мл 5%-ного раствора). Лечение острой почечной недостаточности.</p>

<p><b>Перекись водорода</b> (пергидроль)</p> <p><b>Пилокарпин</b></p>	<p>бронхорея, слюнотечение, обильное потоотделение, рвота, понос, сужение зрачков, неправильный пульс, цианоз, коллапс.</p>	<p><i>См. Щелочи едкие</i></p> <p>Промывание желудка 0,1%-ный раствором перманганата калия с последующим введением солевого слабительного и активированного угля. Атропин (2-3 мл 0,1%-ного раствора) под кожу или внутривенно.</p>
<p><b>Токсическое вещество</b></p>	<p><b>Симптомы отравления</b></p>	<p><b>Неотложная помощь</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Методы активной детоксикации</b></li> <li>2. <b>Антидотное лечение</b></li> <li>3. <b>Симптоматическая терапия</b></li> </ol>
<p><b>Прозерин</b></p> <p><b>Промедол</b></p> <p><b>Резорцин</b></p> <p><b>Реопирин</b></p> <p><b>Ртуть</b></p>		<p><i>См. Пилокарпин</i></p> <p><i>См. Морфин</i></p> <p><i>См. Фенолы</i></p> <p><i>См. Амидопирин</i></p> <p><i>См. Сулема</i></p>

<p><b>Салицилат натрия</b></p>	<p><i>См. Салициловая кислота</i></p>	
<p><b>Салициловый спирт</b></p>	<p><i>См. Салициловая кислота</i></p>	
<p><b>Салициловая кислота</b> (ацетилсалициловая кислота, ПАСК)</p>	<p>Жжение и боль по ходу пищевода и желудка, повторная рвота, часто с примесью крови. Возбуждение, эйфория. Головокружение, шум в ушах, ослабление слуха, расстройство зрения. Дыхание шумное, учащенное. Бред, сопорозное состояние, кома. Иногда подкожные геморрагии, носовые, желудочно-кишечные и маточные кровотечения. Возможно развитие метгемоглобинемии, токсической нефропатии.</p>	<p>Промывание желудка, вазелиновое масло (50 мл) внутрь. Форсированный диурез, ощелачивание мочи. Показан ранний гемодиализ.</p> <p>При кровотечении – викасол, хлорид кальция, при возбуждении – аминазин (2 мл 2,5%-ного раствора) подкожно или внутримышечно. Лечение ожогов пищеварительного тракта (см. <i>Кислоты крепкие</i>), при метгемоглобинемии – см. <i>Анилин</i>.</p>
<p><b>Сердечные гликозиды</b> (дигоксин, дигитоксин, препараты ландыша, строфанта и др.)</p>	<p>Диспепсические расстройства (тошнота, рвота). Нарушение ритма сердечной деятельности: брадикардия, желудочковые и предсердные экстрасистолы, нарушения проводимости, различные виды тахикардии, мерцание желудочков. Падение артериального давления, цианоз, судороги, кома.</p>	<p>Промывание желудка, солевое слабительное.</p> <p>Атропин (1 мл 0,1%-ного раствора) подкожно при брадикардии. Внутривенное капельное введение хлорида калия (500мл 5%-ного раствора). При мерцании желудочков – новокаинамид (5 мл 10%-ного раствора) внутривенно.</p> <p>Дипразин (1мл 2,5%-ного раствора), промедол (1 мл 1%-ного раствора), эуфиллин (10 мл 2,4%-ного раствора) медленно внутривенно, тетрациклин-кальция (20 мл 10%-ного раствора) в 300 мл 5%-ного раствора глюкозы внутривенно капельно. Унитиол по 5 мл 5%-ного раствора внутримышечно 4 раза в сутки.</p>

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь  1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
<p><b>Скипидар</b></p> <p><b>Соляная кислота</b></p> <p><b>Спирт гидролизный</b></p> <p><b>Спирт метиловый</b> (метанол, древесный спирт)</p>	<p>При поступлении внутрь – резкие боли по ходу пищевода и в животе, рвота с примесью крови, жидкий стул, резкая слабость, головокружение. Возможны психомоторное возбуждение, бред, судороги, потеря сознания, кома с нарушением дыхания по типу механической асфикции. Позже могут развиваться бронхопневмония, нефропатия, почечная недостаточность.</p> <p>Опьянение выражено слабо, тошнота, рвота. Характерно мелькание «мушек» перед глазами. На 2-3-и сутки появляются неясность видения, слепота, боли в ногах, голове, нарастание жажды. Кожа и слизистые оболочки сухие, гиперемированные, с синюшным оттенком, язык обложен серым налетом, запах алкоголя изо рта. Зрачки расширены, реакция на свет ослаблена. Тахикардия с последующим замедлением и нарушением ритма.</p> <p>Артериальное давление сначала повышено, затем падает. Сознание спутано, возможны психомоторное возбуждение, судороги, кома, гипертонус мышц конечностей, ригидность затылочных мышц, длительный коллапс, паралич дыхания.</p>	<p>Промывание желудка. Форсированный диурез.</p> <p>Паранефральная блокада новокаином. При возбуждении и судорогах – аминазин (2 мл 2,5%-ного раствора) и барбитал (5мл 10%-ного раствора внутримышечно. Сердечно-сосудистые средства. Внутримышечно витамины В<sub>12</sub> (400 мкг) и В<sub>1</sub> (5 мл 5%-ного раствора). Лечение токсического шока и нефропатии.</p> <p><i>См. Кислоты крепкие</i></p> <p><i>См. Суррогаты алкоголя</i></p> <p>Промывание желудка, солевое слабительное. Форсированный диурез (ощелачивание мочи). Ранний гемодиализ. Этиловый спирт 100 мл 30%-ного раствора внутрь, затем каждые 2 часа по 50 мл 4-5 раз. При коме внутривенно капельно этиловый спирт (1 мл/кг в сутки) в виде 5%-ного раствора.</p> <p>Преднизолон 25-30 мг внутривенно. Витамины В<sub>1</sub> (5 мл 5%-ного раствора) и аскорбиновая кислота (20 мл 5%-ного раствора) в вену. Глюкоза (200мл 40%-ного раствора) и новокаин (20 мл 2%-ного раствора внутривенно капельно. АТФ (2-3 мл 1% раствора) внутримышечно, повторно. Лечение токсического шока.</p>

<b>Спирт нашатырный</b>	<i>См. Щелочи едкие</i>
-----------------------------	-------------------------

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы активной детоксикации</li> <li>2. Антидотное лечение</li> <li>3. Симптомы терапии</li> </ol>

<p style="text-align: center;"><b>Спирт этиловый</b></p>	<p>При приеме внутрь токсических доз после общеизвестных симптомов опьянения быстро развивается кома, которая характеризуется холодной липкой кожей, гиперемией лица и конъюктив, снижением температуры тела, рвотой, непроизвольным выделением мочи и кала. Зрачки сужены, а при нарастании расстройства дыхания расширяются. Горизонтальный нистагм. Дыхание замедленное, пульс частый, слабый. Иногда судороги, аспирация рвотных масс, ларингоспазм. Возможна остановка дыхания, чаще в результате механической асфикции с последующим падением сердечно-сосудистой деятельности.</p> <p>Слюнотечение, рвота, понос, жажда, боли в животе, головокружение, бледность кожных покровов, одышка, бред, кома, анестезия кожи конечностей, судороги, маточные кровотечения, при беременности – аборт. Нарушения кровоснабжения конечностей, трофические язвы.</p>	<p>Промывание желудка через зонд, солевое слабительное. Форсированный диурез.</p> <p>Туалет полости рта, взятие языка на языкодержатель, отсос слизи из полости глотки. Для восстановления нарушенного дыхания – атропин (1 мл 0,1%-ного раствора), кордиамин (2 мл), кофеин (2 мл) подкожно, лучше внутриязычно или внутривенно. При отсутствии глоточных рефлексов – интубация и искусственное аппаратное дыхание. Глюкоза (800 мл 10%-ного раствора) с инсулином (16ЕД) внутривенно. Внутримышечно витамины В<sub>6</sub> (2 мл) и В<sub>1</sub> (5 мл). Ощелачивание мочи (гидрокарбонат натрия до 1000 мл 4%-ного раствора внутривенно капельно). Никотиновая кислота (1 мл 5%-ного раствора) подкожно повторно. Антибиотики. Лечение токсического шока.</p> <p>Промывание желудка, солевое слабительное. Форсированный диурез.</p> <p>Вдыхание амилнитрита. Глюкозо-новокаиновая смесь (30 мл 2%-ного раствора новокаина, 500 мл 10%-ного раствора глюкозы) внутривенно капельно. При судорогах – амиазин (2 мл 2,5%-ного раствора) внутримышечно или барбитал (3 мл 10%-ного раствора) внутривенно. При сосудистых спазмах подкожно 2 мл 2%-ного раствора папаверина. Сердечно-сосудистые средства. Паранефральная новокаиновая блокада</p>
<p style="text-align: center;"><b>Спорынья</b> (маточные рожки, эрготин, эргоксин, эрготамин)</p>		<p style="text-align: center;"><i>См. Спорынья</i></p> <p style="text-align: center;"><i>См. Сульфаниламиды</i></p>

<p>Стиптицин</p> <p>Стрептоцид</p>
------------------------------------

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь  1.Методы активной детоксикации 2.Антидотное лечение 3.Симптоматическая терапия
<b>Стрихнин</b>	Горький вкус в полости рта, пугливость, беспокойство, сведение затылочных мышц, тризм, тетанические судороги, сердцебиение, затруднение дыхания, цианоз.	<p>Промывание желудка, солевое слабительное. Форсированный диурез.</p> <p>При судорогах – эфирно-кислородный наркоз с барбитуратами, искусственное аппаратное дыхание. Сердечно-сосудистые средства.</p> <p><i>См. Сердечные гликозиды</i></p>



<p><b>Строфантин</b></p> <p><b>Сульфаниламиды</b></p> <p>(стрептоцид, сульфадимезин, норсульфазол и др.)</p>	<p>При легких отравлениях - тошнота, рвота, головокружение, слабость. При тяжелых отравлениях в крови образуется сульфгемоглобин и метгемоглобин, появляются резкий цианоз, возбуждение, сопорозное состояние. Возможны гемолиз, желтуха, агранулоцитоз, некротическая ангина. Острая почечная недостаточность (олигурия, азотемия) развивается при повторном приеме больших доз препаратов (свыше 10 г) на фоне сниженного диуреза и кислой реакции мочи (кристаллурия).</p>	<p>Промывание желудка через зонд, солевое слабительное. Форсированный диурез (ощелачивание мочи). Ранний гемодиализ.</p> <p>Димедрол (1 мл 1%-ного раствора), хлорид кальция (10 мл 10%-ного раствора) внутривенно. При метгемоглобинемии – см. <i>Анилин</i>. Витамины: аскорбиновая кислота (10 мл 5%-ного раствора), В<sub>12</sub> (до 600 мкг) внутримышечно. Паранефральная новокаиновая блокада. Лечение острой почечной недостаточности. Промывание мочеточников и почечных лоханок 2,5%-ный раствором гидрокарбоната натрия при кристаллурии.</p>
		<p><i>См. Спирт этиловый</i></p>
<p><b>Суррогаты</b> <b>алкоголя</b></p> <p><b>1. Гидролизный и сульфитный спирты</b> представляют собой спирт этиловый, полученный из древесины путем гидролиза. Токсичнее этилового спирта</p> <p><b>2. Т</b></p> <p><b>етурам</b></p> <p><b>3. Т</b></p>		<p><i>См. Антабус</i></p> <p><i>См. Фосфорорганические вещества</i></p> <p><i>См. Андаксин</i></p>

иофос Триоксазин		
Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь  1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
<p><b>Угарный газ</b> (окись углерода)</p>	<p>Головная боль, стук в висках, головокружение, сухой кашель, боль в груди, слезотечение, тошнота, рвота. Возможно возбуждение со зрительными и слуховыми галлюцинациями. Гиперемия кожи. Тахикардия, повышенное артериальное давление. Далее развиваются адинамия, сонливость, двигательные параличи, потеря сознания, кома, судороги, нарушение дыхания, нарушение мозгового кровообращения, отек мозга. Возможно развитие инфаркта миокарда, кожно-трофических расстройств.</p> <p>Сильная и продолжительная боль, большой отек в месте укуса, увеличивающийся в 1-2-е сутки, подкожные кровоизлияния, сонливость, иногда возбуждение и судороги. Возможно развитие коллапса и расстройства дыхания по типу анафилактического шока.</p>	<p>Вынести пострадавшего на свежий воздух, непрерывная ингаляция кислорода в течение нескольких часов.</p> <p>Внутривенное введение аскорбиновой кислоты (20-30 мл 5%-ного раствора), глюкозы (500 мл 5%-ного раствора) и новокаина (50 мл 2%-ного раствора).</p> <p>При возбуждении – аминазин (2 мл 2,5%-ного раствора), димедрол (1 мл 1%-ного раствора), дипразин (2 мл 2,5%-ного раствора), промедол (1 мл 2%-ного раствора) внутримышечно. При нарушениях дыхания – эуфиллин (10 мл 2,4%-ного раствора) внутривенно, искусственное аппаратное дыхание.</p> <p>При судорогах – барбитал (3 мл 10%-ного раствора) внутривенно. Витаминотерапия. При длительной коме – гипотермия головы, гепарин 5000-10 000 единиц в сутки внутривенно, антибиотики, осмотический диурез без водной нагрузки. Повторные люмбальные пункции.</p> <p><i>См. Кислоты крепкие</i></p> <p>Введение специфической противозмеиной сыворотки.</p> <p>Циркулярная новокаиновая блокада выше места укуса. Промывание ранки 1%-м раствором перманганата калия, инъекция в рану 0,3 мл 0,1% раствора адреналина. Местно – холод. Внутримышечно – промедол (2 мл 1% раствора), аминазин (1мл</p>

<p><b>Укусная эссенция</b></p> <p><b>Укусы змей</b> (гадюка, гюрза и др.)</p>	<p>При укусе кобры – паралич двигательной мускулатуры</p>	<p>2,5% раствора), димедрол (2 мл 1% раствора). Хлорид кальция (10 мл 10% раствора), глюкоза (300 мл 20% раствора), инсулин 10 единиц капельно внутривенно. Гидрокартизон 300 мг в сутки внутримышечно. Антибиотики. Имобилизация отечной конечности. При укусе кобры – длительное (в течение нескольких часов) искусственное дыхание.</p>
<p><b>Токсическое вещество</b></p>	<p><b>Симптомы отравления</b></p>	<p><b>Неотложная помощь</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Методы активной детоксикации</b></li> <li>2. <b>Антидотное лечение</b></li> <li>3. <b>Симптоматическая терапия</b></li> </ol>
<p><b>Фенилин</b></p> <p><b>Фенобарбитал</b> (люминал)</p> <p><b>Фосфорорганические вещества</b> (тиофос, хлорофос, карбофос и др.)</p>	<p>Отравления развиваются при попадании этих препаратов в желудок, через дыхательные пути и кожные покровы.</p> <p>I стадия – психомоторное возбуждение, миоз, стеснение в груди, одышки, влажные хрипы в легких, потливость, повышение артериального давления.</p> <p>II стадия – преобладают отдельные или генерализованные фибрилляции мышц, клонико-тонические судороги, хореические гиперкинезы, ригидность грудной клетки, нарушение дыхания из-за нарастающей бронхореи. Коматозное состояние.</p>	<p><i>См. Антикоагулянты</i></p> <p><i>См. Барбитураты</i></p> <p>Промывание желудка повторное, солевое слабительное</p> <p>I стадия – атропин (2-3 мл 0,1%-го раствора) под кожу, аминазин (2 мл 2,5%-го раствора) и сульфат магния (10 мл 25%-го раствора) внутримышечно. Атропинизация до сухости в полости рта в течение суток.</p> <p>II стадия – атропин по 3 мл внутривенно в растворе глюкозы, повторно до купирования бронхореи и появления сухости слизистых оболочек (15-20 мл) При резкой гипертонии и судорогах – бензогексоний (1 мл 2% раствора), магния-сульфат (10 мл 25% раствора) внутримышечно, барбамил (5 мл 10% раствора) внутривенно, гидрокарбонат натрия (до 1000 мл 4% раствора) внутривенно, реактиваторы холинэстеразы – дипиросим (1 мл 15%</p>

	<p>III стадия – угнетение дыхательного центра вплоть до полной остановки дыхания. Поддержание жизни возможно только путем аппаратного дыхания. Далее наступают параличи дыхательных мышц и мышц конечностей, падение артериального давления, расстройства сердечного ритма (брадикардия, фибрилляция желудочков, нарушения проводимости сердца (увеличение систолического показателя)</p>	<p>раствора) подкожно повторно.</p> <p>III стадия – искусственное аппаратное дыхание. Атропин внутривенно капельно – 20-30 мл до купирования бронхореи. Реактиваторы холинэстеразы. Лечение токсического шока. Гидрокортизон (до 300 мг в сутки) внутримышечно. Антибиотики. Операция замещения крови на 2-3-и сутки после отравления при низкой активности холинэстеразы и нарушении проводимости сердца.</p>
--	---	--

<b>Токсическое вещество</b>	<b>Симптомы отравление</b>	<b>Неотложная помощь</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы активной детоксикации</li> <li>2. Антидотное лечение</li> <li>3. Симптоматическая терапия</li> </ol>
<p><b>Фтивазид</b></p> <p><b>Хинин</b> (акрихин, плазмоцид)</p>	<p>Для легкого отравления характерна головная боль, головокружение, шум в ушах, нарушение зрения, рвота, жидкий стул, боли в животе. В случае отравления акрихином развивается состояние «акрихинового психоза» - резкое психомоторное возбуждение с появлением 53галлюцинаций и полной дезориентацией пострадавших, клиникотонические судороги. Отмечается желтушное окрашивание кожных покровов и склер. В тяжелых случаях преобладают явления сердечно-сосудистой</p>	<p><i>См. ПАСК</i></p> <p>Внутрь активированный уголь – 2 столовые ложки, затем промывание желудка, лучше раствором перманганата калия (1:1000), после чего солевое слабительное (30г). Форсированный диурез (ощелачивание мочи), ранний гемодиализ.</p> <p>При «акрихиновом» опьянении – аминазин (2 мл 2,5%-ного раствора), димедрол (2 мл 1%-ного раствора) внутримышечно, фенобарбитал – 0,2 г внутрь. Лечение токсического шока. Глюкоза ( 100 мл 40%-ного раствора) внутривенно капельно, инсулин 10ЕД, аскорбиновая кислота ( 20</p>

<p><b>Хлор</b> и другие раздражающие газы (аммиак)</p>	<p>недостаточности, ускорение пульса и падение артериального давления, нарушение проводимости сердца. Возможно развитие глубокой комы с расширением зрачков и отсутствием их реакции на свет, нарушением дыхания. Иногда наблюдается токсическое поражение печени, атрофия зрительного нерва.</p> <p>Вдыхание концентрированных паров может привести к быстрой смерти в результате химического ожога дыхательных путей и рефлекторного торможения дыхательного центра. В менее тяжелых случаях появляются резь в глазах, слезотечение, мучительный приступообразный кашель, боли в груди, головная боль, диспепсические расстройства. В легких много сухих и влажных хрипов, развиваются явления острой эмфиземы легких,</p>	<p>мл 5%-ного раствора) внутримышечно. Гидрокортизон до 300 мг в сутки, нуклеинад натрия (10 мл 2%-ного раствора) внутримышечно. Сердечно-сосудистые средства. Против амблиопии: люмбальная пункция, витамин В<sub>1</sub> (1 мл 2,5%-ного раствора) внутримышечно, никотиновая кислота (10 мл 1%-ного раствора) медленно внутривенно, витамин А по 10 000 – 25 МЕ в сутки внутримышечно.</p> <p>Вынос больного из пораженной зоны, кислород, морфин (1 мл 1%-ного раствора), атропин (1 мл 0,1%-ного раствора), эфидрин (1 мл 5%-ного раствора) подкожно.</p> <p>Хлорид кальция (15 мл 10%-ного раствора) или глюконат кальция (20 мл 10%-ного раствора), эуфиллин (10 мл 2,4%-ного раствора) внутривенно. Димедрол (2 мл 1%-ного раствора) подкожно. Гидрокортизон до 300 мг в сутки внутримышечно.</p>
<p><b>Токсическое вещество</b></p>	<p><b>Симптомы отравления</b></p>	<p><b>Неотложная помощь</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы активной детоксикации</li> <li>2. Антидотное лечение</li> <li>3. Симптоматическая терапия</li> </ol>

<p><b>Хлордиазепоксид</b> (элениум)</p> <p><b>Хлорофос</b></p> <p><b>Щелочи едкие</b></p>	<p>тяжелая одышка, цианоз слизистых оболочек. Возможно тяжелая бронхопневмония с повышением температуры и развитием токсического отека легких.</p> <p><i>См. Барбитураты</i></p> <p><i>См. Фосфорорганические вещества</i></p> <p>При поступлении внутрь – ожоги пищеварительного тракта, приводящие к развитию болевого шока, повторных массивных пищеводно-желудочных кровотечений, механической асфикции в результате ожога и отека глоточного кольца, а также рефлекторного отека гортани, тяжелой ожоговой болезни, реактивного перитонита. В более поздние сроки (на 3-4-ой неделе) развивается сужение пищевода, антрального отдела желудка. Основные осложнения: массивные кровотечения, аспирационная пневмония.</p>	<p>Ингаляция аэрозолей содового раствора, антибиотиков, новокаина с эфедрином. Антибиотики: пенициллин (2 000 000 ЕД), стрептомицин (1 г в сутки) внутримышечно. Лечение токсического отека легких и токсического шока. Лечение конъюнктивита: промывание глаз водопроводной водой в течение 10 минут, введение стерильного вазелинового масла.</p> <p><i>См. Кислоты крепкие</i></p> <p><i>См. Спорынья</i></p> <p><i>См. Барбитураты</i></p>
---	---	--

<p>Эрготоксин</p> <p>Этаминал-</p> <p>натрия</p>	
--	--

**Побочные эффекты, связанные с прямым воздействием  
антибиотиков на организм**

<b>Побочный эффект</b>	<b>Пенициллины</b>	<b>Препараты группы эритромицина</b>	<b>Тетрациклины</b>	<b>Левомецетин</b>	<b>Аминогликозиды</b>	<b>Полимиксиды</b>	<b>Примечания</b>
------------------------	--------------------	--------------------------------------	---------------------	--------------------	-----------------------	--------------------	-------------------



Раздражение оболочек мозга, судороги	+	-	-	-	-	-	Наблюдаются при эндолюмбальном введении или при введении в вену в больших дозах
Вестибулярные нарушения (головокружение, шаткость походки) и снижение слуха	-	-	-	-	+	-	Развиваются вследствие поражения VIII пары черепно-мозговых нервов (при парентеральном применении)
Полиневриты							Возникают при парентеральном введении
Угнетение кроветворения (анемия, лейкопения)	-	-	-	-	+	+	Возможно при любых путях введения
Поражения печени	-	-	-	+	-	-	Могут наблюдаться при любых путях введения, но чаще при парентеральном
	-	+	+	-	-	-	Проявляются при парентеральном введении
Поражение почек							Возникают вследствие раздражающего действия на пищеварительный тракт при введении внутрь
Диспепсические расстройства	-	-	-	-	+	+	Наблюдаются вследствие раздражающего действия при введении внутрь
	+	+	+	+	+	-	
Раздражение слизистых оболочек пищеварительного тракта (стоматиты, глосситы, проктиты)	-	+	+	+	+	-	

--	--	--	--	--	--	--	--

Условные обозначения: + наличие эффекта; - его отсутствие

## 8-СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ ПО МЕДИЦИНЕ КАТАСТРОФ

### Задача 1

Пострадавший К. доставлен с места ДТП (сбит грузовиком). Общее состояние средней тяжести. Частота дыхания до 28 в мин. Умеренный цианоз. Болезненность при дыхании. ЧСС 80 в мин. АД 100/80 мм рт.ст. На правой половине грудной клетки – обширная гематома. Других видимых повреждений нет.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой врачебной помощи и эвакуационное предназначение.

### Задача 2

Пострадавший С. доставлен после ДТП (был сбит легковым автомобилем). Общее состояние средней тяжести. Нарушений гемодинамики нет. При внешнем осмотре – гематома на передней брюшной стенке.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой врачебной помощи и эвакуационное предназначение.

#### Задача 3

Пострадавший Н. во время пожара выпрыгнул из окна 4-го этаже. Терял сознание, была рвота. Жалуется на боль в области таза (нагрузка на таз болезненная, определяется костная крепитация). Мочеиспускание не нарушено. Живот в нижних отделах напряжен, перистальтика не нарушена. Лицо отечно, пузыри. ЧСС 110 в мин., АД 90/70 мм рт.ст.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой врачебной помощи и эвакуационное предназначение.

#### Задача 4

Во время взрыва на предприятии пострадавший В. получил удар каким-то предметом по передней поверхности грудной клетки. Состояние тяжелое (пульс частый, слабый, АД 80/60 мм рт. ст.). Дыхание затруднено, вынужденное полусидячее положение. При дыхании передняя поверхность грудной клетки на уровне 2-8 ребер с обеих сторон флотирует вместе с грудиной. Выражена подкожная эмфизема и цианоз кожи груди.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем врачебной помощи и эвакуационное предназначение.

#### Задача 5

Пострадавший К. доставлен из очага пожара. При осмотре – ожоги нижних конечностей, ягодиц и повреждение таза. Состояние тяжелое (пульс 110 в мин., АД 80/40 мм рт.ст.). Неоднократная рвота. По краям повязок, полностью закрывающих ноги, виден струп. Нагрузка на таз болезненна. Из уретры выделяется кровь. При капиллярной пункции мочевого пузыря получено 20 мл бурой, с запахом гари, мочи.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой врачебной помощи и эвакуационное предназначение.

#### Задача 6

Пострадавший К. во время взрыва баллона с бытовым газом упал на правую нижнюю конечность. При осмотре – резкая боль и деформация средней трети правого бедра (определяется патологическая подвижность и костная крепитация). Бледность кожных покровов (пульс – 100 в мин., слабого наполнения, АД 95/60 мм рт.ст.). Стопа теплая, пульс на сосудах стопы определяется.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой врачебной помощи и эвакуационное предназначение.

#### Задача 7

Пострадавший М. при теракте ранен осколком взрывного устройства в живот. Состояние тяжелое (пульс нитевидный, АД 60/40 мм рт.ст.). Бледен, язык сухой. Живот напряжен, выражены симптомы напряжения брюшины. Повязка сухая. В надчревной области рана размером 6x8 см. Через рану выпали петли тонкой кишки, покрытые фибринозным налетом.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем медицинской помощи и эвакуационное предназначение.

### **Задача 8**

Пострадавший В. доставлен на ПМП из зоны локального вооруженного конфликта. Был ранен осколком снаряда в левую голень. При осмотре – в верхней трети голени рана с разорванными тканями и торчащими костными отломками. На нижней трети бедра наложен жгут, кровотечение отсутствует. Пульс нитевидный, АД 60/40 мм рт.ст. Бледность кожных покровов, сухость во рту.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой врачебной помощи и эвакуационное предназначение.

### **Задача 9**

Пострадавший П. ранен осколком снаряда в среднюю треть левого плеча. На плече жгут. Состояние тяжелое. ЧСС 96 в мин., АД 100/60 мм рт.ст. Конечность иммобилизована лестничной шиной. На передней поверхности средней трети плеча рана 3х5 см. В ране сгусток крови. Признаков повреждения кости нет. После снятия жгута – артериальное кровотечение. Кисть холодная, бледная, чувствительность в зоне локтевого нерва нарушена.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой врачебной помощи и эвакуационное предназначение.

### **Задача 10**

Пострадавший Т. во время урагана был придавлен упавшим деревом. Без сознания. Из ушей и носа сочится кровь. Частота дыхания 22 в мин. Прослушивается ослабленное дыхание левого легкого. Перкуторно – небольшой тимпанит. Патологическая подвижность и крепитация ребер по средней подмышечной линии слева.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой врачебной помощи и эвакуационное предназначение.

### **Задача 11**

Пострадавший М. во время теракта получил осколочное ранение черепа. При осмотре - пациент без сознания, реакция на болевое раздражение отсутствует, зрачки расширены, на свет не реагируют. Дыхание нарушено по центральному типу (Чейн-Стокса), сухожильные, глоточные рефлексy отсутствуют, общая мышечная атония.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой врачебной помощи и эвакуационное предназначение.

### **Задача 12**

Пострадавший Н. доставлен на ПМП из-под завала в шахте. На правом бедре жгут. Общее состояние тяжелое. Кожные покровы, видимые слизистые бледные. АД менее 80 мм рт.ст. Отек конечности, на коже правого бедра пятна бронзового цвета, распирающие боли в конечности, специфический запах из раны. Олигурия.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой врачебной помощи и эвакуационное направление.

### Задача 1

Пострадавший К доставлен с места ДТП (сбит грузовиком). Общее состояние средней тяжести. Частота дыхания до 28 в мин. Умеренный цианоз. Болезненность при дыхании. ЧСС 80 в мин. АД 100/80 мм рт.ст. На правой половине грудной клетки – обширная гематома. Других видимых повреждений нет.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой медицинской помощи и эвакуационное предназначение.

### Задача 2

Пострадавший С доставлен после ДТП (был сбит легковым автомобилем). Общее состояние средней тяжести. Нарушений гемодинамики нет. При внешнем осмотре – гематома на передней брюшной стенке.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой медицинской помощи и эвакуационное предназначение.

### Задача 3

Пострадавший Н во время пожара выпрыгнул из окна 4-го этажа. Терял сознание, была рвота. Жалуется на боль в области таза (нагрузка на таз болезненная, определяется костная крепитация). Мочеиспускание не нарушено. Живот в нижних отделах напряжен, перистальтика не нарушена. Лицо отечно, пузыри. ЧСС 110 в мин., АД 90/70 мм рт.ст.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой медицинской помощи и эвакуационное предназначение.

### Задача 4

Во время взрыва на предприятии пострадавший В получил удар каким-то предметом по передней поверхности грудной клетки. Состояние тяжелое (пульс частый, слабый, АД 80/60 мм рт.ст.). Дыхание затруднено, вынужденное полусидячее положение. При дыхании передняя поверхность грудной клетки на уровне 2-8 ребер с обеих сторон флотирует вместе с грудиной. Выражена подкожная эмфизема и цианоз кожи груди.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой медицинской помощи и эвакуационное предназначение.

### Задача 5

Пострадавший К доставлен из очага пожара. При осмотре – ожоги нижних конечностей, ягодиц и повреждение таза. Состояние тяжелое (пульс 110 в мин., АД 80/40 мм рт.ст.). Неоднократная рвота. По краям повязок, полностью закрывающих ноги, виден струп. Нагрузка на таз болезненна. Из уретры выделяется кровь. При капиллярной пункции мочевого пузыря получено 20 мл бурой, с запахом гари, мочи.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой медицинской помощи и эвакуационное предназначение.

#### Задача 6

Пострадавший К во время взрыва баллона с бытовым газом упал на правую нижнюю конечность. При осмотре – резкая боль и деформация средней трети правого бедра (определяется патологическая подвижность и костная крепитация). Бледность кожных покровов (пульс – 100 в мин., слабого наполнения, АД 95/60 мм рт.ст.). Стопа теплая, пульс на сосудах стопы определяется.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой медицинской помощи и эвакуационное предназначение.

#### Задача 7

Пострадавший М при теракте ранен осколком взрывного устройства в живот. Состояние тяжелое (пульс нитевидный, АД 60/40 мм рт.ст.). Бледен, язык сухой. Живот напряжен, выражены симптомы напряжения брюшины. Повязка сухая. В надчревной области рана размером 6x8 см. Через рану выпали петли тонкой кишки, покрытые фибриновым налетом.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем медицинской помощи и эвакуационное предназначение.

#### Задача 8

Пострадавший В доставлен на ПМП из зоны локального вооруженного конфликта. Был ранен осколком снаряда в левую голень. При осмотре – в верхней трети голени рана с разорванными тканями и торчащими костными отломками. На нижней трети бедра наложен жгут, кровотечение отсутствует. Пульс нитевидный, АД 60/40 мм рт.ст. Бледность кожных покровов, сухость во рту.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой медицинской помощи и эвакуационное предназначение.

#### Задача 9

Пострадавший П ранен осколком снаряда в среднюю треть левого плеча. На плече жгут. Состояние тяжелое. ЧСС 96 в мин., АД 100/60 мм рт.ст. Конечность иммобилизована лестничной шиной. На

передней поверхности средней трети плеча рана 3x5 см. В ране ступок крови. Признаков повреждения кости нет. После снятия жгута – артериальное кровотечение. Кисть холодная, бледная, чувствительность в зоне локтевого нерва нарушена.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой медицинской помощи и эвакуационное предназначение.

#### Задача 10

Пострадавший Т. во время урагана был придавлен упавшим деревом. Без сознания. Из ушей и носа сочится кровь. Частота дыхания 22 в мин. Прослушивается ослабленное дыхание левого легкого. Перкуторно – небольшой тимпанит. Патологическая подвижность и крепитация ребер по средней подмышечной линии слева.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой медицинской помощи и эвакуационное предназначение.

#### Задача 11

Пострадавший М. во время теракта получил осколочное ранение черепа. При осмотре - пациент без сознания, реакция на болевое раздражение отсутствует, зрачки расширены, на свет не реагируют. Дыхание нарушено по центральному типу (Чейн-Стокса), сухожильные, глоточные рефлексы отсутствуют, общая мышечная атония.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой медицинской помощи и эвакуационное предназначение.

#### Задача 12

Пострадавший Н. доставлен на ПМП из-под завала в шахте. На правом бедре жгут. Общее состояние тяжелое. Кожные покровы, видимые слизистые бледные. АД менее 80 мм рт.ст. Отек конечности, на коже правого бедра пятна бронзового цвета, распирающие боли в конечности, специфический запах из раны. Олигурия.

Установить предварительный диагноз. Провести медицинскую сортировку. Определить объем первой медицинской помощи и эвакуационное направление.

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

**РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусская медицинская академия последипломного образования.**

**Кафедра скорой медицинской помощи и медицины катастроф**

**Курс медицины катастроф**

**РЕФЕРАТ**

**«Первая и доврачебная помощь в ситуационных задачах, оказываемая бригадой скорой медицинской помощи пострадавшим в очаге массовых санитарных потерь при чрезвычайной ситуации»**

**Куратор Куриленко Е. Х.**

**Слушатель Мурашко С. М.**



Минск 2005

## Введение

Оказание медицинской помощи в очаге массовых санитарных потерь при чрезвычайной ситуации представляет сложную и ответственную задачу. Осуществляемая, как правило, в экстремальных условиях она сопряжена с рядом исключительно серьезных диагностических, практических и психологических трудностей. Современные техногенные катастрофы предполагают значительное возрастание величины санитарных потерь и тяжести повреждений. В этих условиях успешное решение задач, стоящих перед скорой помощью, возможно лишь на основе высокой теоретической и практической подготовки бригады

В реферате приведены ситуационные задачи на разные виды хирургической травмы и ответы на них.

### Ситуационная задача №1

Пострадавший неподвижен, на оклик не реагирует. Видимое дыхание отсутствует. Пульс на лучевой и сонной артериях не определяется. Действуйте!

### Ситуационная задача №2

Пострадавший неподвижен, на оклик не реагирует. Видимое дыхание и пульс на лучевой артерии отсутствуют. Пульс на сонной артерии едва определяется. Правая голень оторвана на уровне верхней трети. Видимого кровотечения нет. Одежда обильно пропитана кровью. Местность холмистая, температура воздуха +30°С. Действуйте!

### Ситуационная задача №3

Раненый без сознания. Двигательное возбуждение. Вдох затруднен, сопровождается втяжением надключичных ямок. Цианоз губ. На одежде следы рвотных масс. В правой лобно-височной области

ссадина и ограниченная припухлость мягких тканей. Пульс редкий. Действие в городе, дождь.  
Действуйте!

**Ситуационная задача №4**

Лицо залито кровью. Нижняя челюсть деформирована и смещена назад. Сознание отсутствует.  
Вдох судорожный. Пульс частый. Местность лесисто-болотистая. Температура воздуха +15оС.  
Действуйте!

**Ситуационная задача №5**

Раненый в сознании. Беспокоен. Жалобы на нехватку воздуха. Дыхание частое, поверхностное.  
Цианоз лица. Пульс частый. В левой подлопаточной области умеренно кровотокающая рана 3•2 см.  
Выраженная подкожная эмфизема туловища, головы и верхних конечностей. Поле. Температура  
воздуха -5оС. Действуйте!

**Ситуационная задача №6**

Лицо залито кровью. Сознание спутано, стонет. В левой скуловой области 5•8 см. Глаз  
поврежден. Обильное истечение алой крови из раны. Местность холмистая. Температура воздуха  
+12оС. Действуйте!

**Ситуационная задача №7**

В сознании. Обессилен. На передней боковой поверхности шеи справа поперечная рана 8•2 см с  
фонтанирующим кровотоком. Местность лесистая. Температура воздуха -28оС. Действуйте!

**Ситуационная задача №8**

Жалобы на боли в правой подлопаточной области, где одежда пробита осколком и умеренно  
промокла кровью. Пульс несколько учащен. Лесисто-болотистая местность. Температура воздуха  
+8оС. Действуйте!

**Ситуационная задача №9**

**Жалобы на умеренные боли в области раны живота. Одежда ниже пояса порвана и пропитана кровью. В околопупочной области справа рана 3•3 см с умеренным кровотечением. Пульс. Температура воздуха +15оС. Действуйте!**

**Ситуационная задача №0**

**Раненый наложил на рану бедра повязку. Повязка и одежда обильно промокли кровью. Температура воздуха +40оС. Действуйте!**

**Ситуационная задача №1**

**Во время теракта подорвался на фугасе. Сознание спутано, стонет. Правая нижняя конечность висит на кожном лоскуте на уровне верхней трети голени. Рана культи умеренно кровоточит. На переднебоковой поверхности шеи слева рана 6•3 см с обильным кровотечением. Левая стопа разрушена, не кровоточит. Город. Температура воздуха +3 оС.**

**Ситуационная задача №2.**

**3 часа назад придавило плитой обе нижние конечности до средней трети бедер. В сознании. Стонет от боли. Пыгается самостоятельно освободиться из-под завала. Пульс.**

**Температура воздуха +20оС. Действуйте!**

**Ситуационная задача №3.**

**Обрушен взрывной волной. Сознание отсутствует. Кровотечение из ушей, носа и рта. Следы рвотных масс на одежде. Дыхание и пульс несколько учащены. Лес. Температура воздуха +6оС. Действуйте!**

**Ситуационная задача №4.**

**Упал с движущего автотранспорта вниз головой. Заторможен. При окрике открывает глаза. Руки и ноги безжизненно свисают как “плетки”. Дыхание не нарушено. Пульс учащен. Лежит на обочине дороги. Температура воздуха +14оС. Действуйте!**

**Ситуационная задача №5.**

**Жалуется на резкие боли в поясничном отделе позвоночника, где имеется рана 4•4 см с незначительным кровотечением. Активные движения в нижних конечностях отсутствуют. Рабочий поселок. Температура воздуха +14оС. Действуйте!**

**Ситуационная задача №6.**

**Ранен в живот. Стонет. На передней брюшной стенке обширная рана с выпавшими петлями кишечника. Пульс слабый. Пале. Температура воздуха +7оС. Действуйте!**

**Ситуационная задача №7.**

**Извлечен из-под перевернувшейся грузовой машины. Жалуется на сильные боли внизу живота и в области таза. Ноги слегка развернуты наружу. Кожные покровы бледные, на лбу капельки пота. Тахикардия. Пульс слабого наполнения. Температура воздуха +5оС. Действуйте!**

**Ситуационная задача №8**

**Жалуется на боли в правой голени, которую придерживает руками. Голень необычно смещена под углом наружу. При попытке выпрямить ногу боль резко усиливается. Рядом плавни, заросшие камышом. Температура воздуха +18оС. Действуйте!**

**Ситуационная задача №9.**

**При падении линии электропередачи был поражен электрическим током. Сознание отсутствует. Грудная клетка неподвижна. Пульс на сонной артерии частый, слабый. Пальцы правой кисти покрыты черным струпом. Лесистая местность. Температура воздуха +10оС. Действуйте!**

## ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

1. Отсутствие дыхания и кровообращения свидетельствует о том, что раненый мертв.
2. Отсутствие дыхания при сохраненном, хотя и ослабленном кровообращении (наличие пульса на сонной артерии) свидетельствует о том, что пострадавший находится в терминальном состоянии, обусловленном разрывом голени, массивной кровопотерей и обезвоживанием пострадавшего (температура +30о С). Не посредственная угроза жизни от остановки дыхания.

### Первая медицинская помощь :

#### 1. ИВЛ

2. В случае восстановления самостоятельного дыхания - обезболить и наложить жгут выше раны

#### 3. Пневязка на рану

4. Транспортная мобилизация прибинтовыванием поврежденной конечности к здоровой

5. под жгут записка с указанием даты и времени его наложения.

6. Обильно напоить раненого, если сохранен акт глотания.

7. Оттащить раненого в укрытие (обратный скат холма) и придать устойчивое положение на боку для предупреждения западения языка.

8. Накрыть накидкой медицинской для предупреждения общего перегревания. 9. Подлежит первоочередному выносу с очага.

10. Если самостоятельное дыхание не восстанавливается в течении пяти минут или исчезнет пульс, раненый мертв. Реанимацию прекратить. Преступить к оказанию медицинской помощи другим пораженным.

**3. Наличие ссадины и припухлости в правой височной области, отсутствие сознания и следы рвотных масс свидетельствуют о том, что пострадавший получил закрытую тупую травму черепа. Удушье, по-видимому, обусловлено аспирацией рвотных масс и западением языка.**

**Первая медицинская помощь:**

**1. Подложить валик под плечи.**

**2. Запрокинуть голову, открыв рот и выдвинуть нижнюю челюсть.**

**3. Очистить пальцем ротоглотку от рвотных масс.**

**4. Ввести воздуховод.**

**5. Оттащить раненого в положении на боку или на животе в здание вблизи от проезжей части улицы и придать устойчивое положение на боку.**

**6. Подложить первоочередному вывозу.**

**4. Деформация и смещение нижней челюсти изади свидетельствует о ее переломе. Удушье обусловлено западением языка и, по-видимому, аспирацией крови (лицо залито кровью).**

**Первая медицинская помощь:**

**1. Подложить под плечи валик.**

**2. Запрокинуть голову, открыв рот и выдвинуть нижнюю челюсть.**

**3. Очистить пальцем ротоглотку от сгустков крови.**

4. Ввести воздуховод.

5. Иммобилизовать нижнюю челюсть працевидной повязкой.

6. Оттащить раненого в укрытие и придать устойчивое положение на боку.

7. Подлежит первоочередному вывозу.

5. Жалобы на удушье и наличие раны в левой подлопаточной области с выраженной подкожной эмфиземой туловища свидетельствуют о наличии у раненого прогрессирующего напряженного левостороннего пневмоторакса, угрожающего жизни из-за резкого повышения внутриплеврального давления и смещения средостения.

**Первая медицинская помощь:**

1. Наложить окклюзионную повязку с клапаном на рану груди.

2. Обезболивание.

3. Придать раненому положение полусидя.

4. Укутать накидкой медицинской для профилактики обморожения.

6. Обильное истечение алой крови из раны в левой скуловой области свидетельствует об артериальном кровотечении.

**Первая медицинская помощь:**

1. Остановить кровотечение пальцевым прижатием левой сонной артерии.

2. При обильном промокании повязки кровью остановить кровотечение придавливанием левой сонной артерии к позвоночнику повязкой с пелотом, проводя турбинта справа через поднятую вверх правую руку.

**3. Наложить бинокулярную повязку.**

**4. Придать раненому устойчивое положение на боку.**

**5. Подлежит первоочередному вывозу.**

**7. У раненого артериальное кровотечение.**

**Первая медицинская помощь:**

**1. Остановить кровотечение пальцевым прижатием правой сонной артерии к позвоночнику и наложить давящую повязку с пелотом на рану, проводя турыбинта слева через поднятую вверх левую руку.**

**2. Обезболить.**

**3. Обильно напоить раненого.**

**4. Укрыть накидкой медицинской для предупреждения общего переохлаждения и замерзания.**

**5. Подлежит первоочередному вывозу.**

**8. Умеренное пропитывание кровью одежды вокруг раны в правой подлопаточной области без признаков нарушения дыхания и кровообращения свидетельствует о неопасном для жизни ранении мягких тканей.**

**Первая медицинская помощь:**

**1. Наложить давящую повязку с пелотом на рану.**

**2. Обезболить.**

**3. Направить раненого к месту сбора легко пораженных.**



9. Наличие у раненого умеренно кровотока щей небольшой раны в околопупочной области при вполне удовлетворительном состоянии раненого свидетельствует, скорее всего, о ранении мягких тканей передней брюшной стенки.

**Первая медицинская помощь:**

1. Наложить давящую повязку.

2. Обезболить.

3. Направить раненого к месту сбора легко пораженных.

10. Обильное промокание повязки кровью свидетельствует, скорее всего, о продолжающемся артериальном кровотечении из раны бедра.

**Первая медицинская помощь:**

1. Наложить кровоостанавливающий жгут тотчас выше повязки.

2. Обезболить.

3. Наложить дополнительные туры бинта на промокшую повязку.

4. Под жгут записать дату и время его наложения.

5. Имобилизация поврежденной конечности.

6. Обильно напоить раненого.

7. Накрыть раненого накидкой медицинской для профилактики общего перегревания.

**8. Послежит первоочередному вьвозу.**

**11. У раненого множественные повреждения: обильно кровоточащая рана на переднебоковой поверхности шеи слева, отрыв правой голени с умеренным кровотечением из раны и некровоточащая обширная рана левой стопы**

**Первая медицинская помощь:**

**1. Остановить кровотечение из раны шеи пальцевым прижатием левой сонной артерии к позвоночнику, после чего наложить давящую повязку с пелотом, проводя туры бинта справа через поднятую вверх правую руку.**

**2. Наложить жгуты на правую голень тотчас выше раны и на нижнюю треть левой голени.**

**3. Обезболить.**

**4. Наложить повязки на раны**

**5. Имобилизовать нижние конечности.**

**6. Обильно напоить раненого.**

**7. Записка с указанием даты и времени наложения жгутов.**

**8. Послежит первоочередному вьвозу.**

**12. Учитывая, что продолжительность сдавливания конечностей у пострадавшего превышает 2 часа, следует ожидать у него развития синдрома длительного сдавливания после освобождения из-под завала. Наибольшую опасность для жизни представляет острая интоксикация, которая развивается у таких пострадавших после освобождения их из-под завала.**

**Первая медицинская помощь:**

**1. Обезболивание.**

**2. Освободить пострадавшего из-под завала.**

**3. Наложить на сдавленные конечности шины медицинские пневматические или осуществить тугое бинтование конечностей до уровня сдавливания.**

**4. По возможности, охладить конечности с наложением повязок холодной водой.**

**5. Подлежат вывозу в порядке очереди.**

**13. Механизм травмы, отсутствие сознания, кровотечение из ушей, носа и рта, следы рвотных масс на одежде свидетельствуют о том, что пострадавший получил тяжелую закрытую травму черепа и головного мозга и общую контузию. Угроза для жизни может возникнуть в случае западения языка или аспирации рвотных масс.**

**Первая медицинская помощь:**

**1. Уложить пострадавшего в устойчивое положение на бок.**

**2. Укутать накидкой медицинской для предупреждения общего переохлаждения.**

**3. Подлежит первоначальному вывозу.**

**14. Надо полагать, что пострадавший получил тяжелую травму черепа и головного мозга, шейного отдела позвоночника и спинного мозга. Угроза для жизни может возникнуть вследствие западения языка.**

**Первая медицинская помощь:**

**1. Иммобилизация позвоночника на доске.**

**2. Воздуховод.**

**3. Подлежит первоочередному вывозу.**

**15. Надо полагать, что у раненого поврежден позвоночник и спинной мозг.**

**Первая медицинская помощь:**

**1. Обезболивание.**

**2. Наложить повязки на рану.**

**3. Иммобилизация позвоночника на доске.**

**4. Подлежит вывозу в порядке очереди.**

**16. Очевидно у раненого тяжелое ранение живота. Непосредственная угроза жизни раненого от ранения живота.**

**Первая медицинская помощь:**

**1. Обезболивание.**

**2. Наложить повязку на рану живота. Выпавшие внутренности не вправлять, а фиксировать повязкой к брюшной стенке.**

**3. Укутать раненого накидкой медицинской для профилактики общего переохлаждения.**

**4. Подлежит первоочередному вывозу.**

**17. В наличие тяжёлая травма таза и тазовых органов.**

**Первая медицинская помощь :**

1. Обезболивание.
2. Имобилизовать таз, уложив раненого на одеяло и подложив под согнутые в коленных суставах и слегка разведенные наружу веши. Для предупреждения излишней ратации конечности фиксировать их бинтом.

3. Профилактика переохлаждения.

4. Подлежит первоочередному вывозу.

18. В наличии закрытый перелом обеих костей голени, что представляет опасность вторичного повреждения отломками кости сосудисто-нервного пучка и кожи.

**Первая медицинская помощь :**

1. Обезболивание.
2. Транспортная иммобилизация правой голени шиной медицинской или подручными средствами (стебли камыша).

3. Помочь раненому отползти в безопасное место.

4. Эвакуация в порядке очереди.

19. В наличии терминальное состояние вследствие поражения электрическим током. Не посредственная угроза жизни от остановки дыхания.

**Первая медицинская помощь :**

1. Освободить пострадавшего от действия тока.

## 2. ИВЛ

3. После восстановления самостоятельного дыхания придать пострадавшему положение.

4. Эвакуация в первую очередь.

### Используемая литература.

1. Соколов Г. Е., Наумов Л. Б., Баширов Р. С. « Обучающие алгоритмы оказания пострадавшим первой медицинской помощи при механических и термических повреждениях », Учебное пособие. Томск ВМедФ при ТМЦ, 1985.

2. Военно-полевая хирургия. Учебник под ред. К. М. Лисицына и Ю. П. Поповичева – М., Медицина, 1982.

### Задача № 11

При пересечении радиоактивно-загрязненной местности личный состав подразделения получил дозу облучения 120 рад. Дайте Ваши предложения командиру подразделения по использованию медицинских и технических средств индивидуальной защиты.

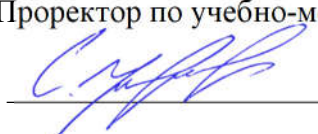
### Задача № 12

Район расположения мотострелкового батальона через 1 час после ядерного взрыва оказался в зоне радиоактивного заражения. Доза облучения за 3 часа составила 3,0 Гр. Используя руководящие документы, определите процент и сроки выхода из строя личного состава. Дайте предложения командиру по уменьшению степени утраты боеспособности.

### Задача № 13

Сформулируйте предложения по использованию медицинских и технических средств индивидуальной защиты для личного состава отряда ликвидации последствий при действиях в очагах поражения ФОВ.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-методическому  
комплексу  
  
С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
ЧС**

Направление подготовки  
**20.03.01 Техносферная безопасность**  
Направленность (профиль)  
**Экспертиза и аудит промышленной и  
пожарной безопасности**  
квалификация выпускника: **бакалавр**

Автор: Стороженко Л.А., к. геол.-мин. н., доцент

Одобрена на заседании кафедры

Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях

(название кафедры)

И.о. зав.кафедрой

  
(подпись)

Стороженко Л.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 02.09.2022

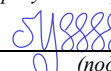
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета

(название факультета)

Председатель

  
(подпись)

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022

(Дата)

Екатеринбург



## **Оглавление**

<b>1 ТЕМАТИКА, ТРЕБОВАНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА</b>	<b>3</b>
1.1 Тематика	3
1.2 Требования	3
1.3 Критерии оценки подготовки и защиты	5
1.4 Основные ошибки при написании	6
<b>2 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА</b>	<b>6</b>
<b>3 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА</b>	<b>7</b>
3.1 Общие требования	7
3.2 Правила оформления наименований и нумерации структурных элементов, глав и параграфов	7
3.3 Правила оформления сокращений и аббревиатур	8
3.4 Правила оформления перечислений	8
3.5 Правила оформления рисунков	9
3.6 Правила оформления таблиц	9
3.7 Правила оформления примечаний и ссылок	11
3.8 Правила оформления списка использованных источников	11
3.9 Правила оформления приложений	13

# 1 ТЕМАТИКА, ТРЕБОВАНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

## 1.1 Тематика

*Темы курсового проекта выдаются преподавателем в соответствии с вариантом.*

*Курсовой проект состоит из трех лабораторных работ.*

*Структура курсового проекта*

### ВВЕДЕНИЕ

Лабораторная работа № 1.

Определение вида географической привязки и создание точек наблюдения по заданным координатам. Создание цифровой модели рельефа местности.

Лабораторная работа № 2.

Построение 3D модели рельефа местности, подбор и обоснование выбранного коэффициента поднятия построенной модели.

Лабораторная работа № 3. Построение карт содержания химических элементов в почвах и грунтах, подбор и обоснование ранжирования отображаемого уровня загрязнения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### ПРИЛОЖЕНИЯ

Курсовая проект – творческая, научная, самостоятельная исследовательская работа по определенной теме, в ходе которой студенты приобретают навыки работы с научной, учебной и методической литературой. Овладевают методами научного исследования, обработки, обобщения и анализа информации; расширяют общий кругозор; решают практические задачи на основе теоретических знаний; активизируют самостоятельную работу и творческое мышление.

Курсовой проект является завершающим этапом изучения дисциплины и позволяет судить о том, насколько студент усвоил теоретический курс и каковы его возможности применения полученных знаний для их обобщения по избранной теме.

Значение курсового проекта состоит в том, что в процессе ее выполнения студент не только закрепляет, но и углубляет полученные теоретические знания. Курсовой проект является составным элементом учебного процесса. Опыт и знания, полученные студентами на этом этапе обучения, во многом могут быть использованы для подготовки выпускной квалификационной работы.

## 1.2 Требования

К курсовому проекту как самостоятельному исследованию предъявляются следующие требования:

- должна быть написана самостоятельно;
- должна отличаться критическим подходом к изучению научных источников;
- должна отвечать требованиям логичного, ясного и четкого изложения материала, с привлечением достаточного эмпирического материала;
- при необходимости в процессе изложения темы иллюстрировать доказательную базу графиками, таблицами, схемами и т.д.;
- должна быть оформлена в соответствии с ГОСТ;
- должна завершаться конкретными выводами и рекомендациями по теме исследования.

Критериями полноценности курсового проекта являются:

### **1. по форме:**

- наличие плана и внутренних рубрикаций (правильность оформления);
- библиография источников, составленная в соответствии с ГОСТ;
- оформление цитирования в соответствии с ГОСТ;
- грамотность изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической), владение научной терминологией;
- соблюдение требований объема курсового проекта;
- представление в срок к защите курсового проекта;

### **2. по содержанию:**

- соответствие содержания заявленной теме;
- новизна и самостоятельность в постановке и раскрытии темы;
- самостоятельность изложения авторской позиции, обоснованность суждений и выводов;
- использование эмпирических, статистических и социологических исследований; - привлечение научно-исследовательской и монографической литературы;
- оригинальность текста.

## ***1.3 Структура курсового проекта***

Объём курсового проекта от 30 до 35 страниц машинописного текста через 1-1,5 интервала. При наличии приложений не более 40 страниц. Примерная структура курсового проекта:

- титульный лист (1стр.) – наименование темы,
- оглавление (1стр.)
- введение (1-2 стр.);
- изложение основной части, состоящей из 2-3 глав (20-25 стр.);
- заключение, в котором должны быть сформулированы теоретические выводы, а также рекомендации и предложения (2-3 стр.);
- список использованной литературы (1-2 стр.);
- приложения (не более 5 стр.).

Во введении студент обязан обосновать актуальность выбранной темы, кратко осветить существующий уровень её разработки, сформулировать цель и задачи КР, раскрыть предмет и объект исследования.

Обзор литературы по теме должен показать основательное знакомство исследователя со специальной литературой, его умение систематизировать источники, критически их рассматривать, выделять существенное, оценивать ранее сделанное другими исследователями, определять главное в современном состоянии изученности темы. Материалы такого обзора следует систематизировать в определенной логической связи и последовательности и потому перечень работ и их критический разбор не обязательно давать только в хронологическом порядке их публикации. От формулировки научной проблемы и доказательства того, что та часть этой проблемы, которая является темой данной работы, еще

не получила своей разработки и освещения в специальной литературе, логично перейти к формулировке цели предпринимаемого исследования, а также указать на конкретные задачи (3-5 задач), которые предстоит решать в соответствии с этой целью. Это обычно делается в форме перечисления (изучить, описать, установить, выявить, вывести формулу, разработать методику и т.п.). Формулировки этих задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание глав научной работы. Это важно также и потому, что заголовки глав рождаются именно из формулировок задач предпринимаемого исследования.

Обязательным элементом введения является формулировка объекта и предмета исследования. Объект - это процесс или явления, порождающие проблемную ситуацию и избранные для изучения. Предмет - это то, что находится в границах объекта. Объект и предмет исследования как категории научного процесса соотносятся между собой как общее и частное. В объекте выделяется та его часть, которая служит предметом исследования. Именно на него и направлено основное внимание исследователя. Именно предмет работы определяет тему научной работы, которая обозначается на титульном листе как заглавие.

В основной части подробно раскрывается содержание глав и вопросов темы. Их рассмотрение должно отвечать требованиям научности, логической последовательности, конкретности и доказательности. В работах, посвященных современным проблемам важно показать тесную связь с жизнью.

Глава 1. Теоретическая часть исследуемого объекта (здесь раскрываются основы темы, ее сущность и содержание, содержание основных понятий и терминов, показывается процесс ее исторического развития, т.е. теория – что это такое?, история – откуда возникло и как развивалось?, правовая – какими правовыми актами регламентируется, ее место в ряду других) может содержать 2-4 вопроса.

Глава 2. Аналитическая (практическая) часть (содержит анализ фактического состояния изучаемого объекта с применением современных методов обработки информации и определением сильных и слабых сторон, выявлением позитивных и негативных факторов внешней среды, существующие проблемы и противоречия, тенденции развития, отвечает на вопросы кто, что и как делает?), содержит 3-4 вопроса.

Заключение представляет собой краткое обобщение сказанного в основной части работы, выводы, разработку рекомендаций и предложений, а также может включать краткую характеристику перспективы изучения проблемы.

В список литературы студент включает только те источники, которые он использовал при написании курсового проекта. В тексте должны быть обязательно ссылки или сноски на источники из списка литературы.

В приложении выносятся таблицы, графики, схемы, образцы документов, опросных листов и другие вспомогательные материалы, на которые имеются ссылки в тексте работы. Приложения имеют смысл только в том случае, если они дополняют, помогают раскрытию основных проблем.

#### ***1.4 Критерии оценки подготовки и защиты***

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество баллов</i>
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)	
Итого	

9-10 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

7-8 баллов (70-89%) - оценка «хорошо»

5-6 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»

0-4 баллов (менее 50%) - оценка «неудовлетворительно»

### **1.5 Основные ошибки при написании**

1. Содержание работы не отвечает плану, не раскрывает предмет и объект исследования. Работа выглядит как бессистемный набор разрозненных фактов, мнений различных ученых, результатов социологических исследований.

2. Формулировка глав (параграфов) не раскрывает содержания исследуемого предмета по избранной теме.

3. Цель исследования не отражает специфику объекта и предмета исследования.

4. Аналитический обзор публикаций по теме работы имеет форму аннотированного списка и не отражает уровня исследования проблемы.

5. Конечный результат не отвечает цели исследования, выводы не отражают поставленной задаче.

6. В работе используются без указания источника чужие произведения, идеи и изобретения, что является нарушением авторских прав.

7. Библиографическое описание источников в списке использованной литературы приведено произвольно, без соблюдения требований ГОСТа.

8. Объем и оформление работы не отвечают требованиям; работа выполнена неаккуратно, с грамматическими, орфографическими, пунктуационными, стилистическими ошибками.

## **2 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

### **Основная литература**

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Ловцов Д.А. Геоинформационные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ловцов Д.А., Черных А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский государственный университет правосудия, 2012.— 192 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14482.html">http://www.iprbookshop.ru/14482.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»	Эл. ресурс
2	Трифорова Т.А. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Трифорова Т.А., Мищенко Н.В., Краснощеков А.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.:	Эл. ресурс

	Академический Проект, 2015.— 350 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/60288.html">http://www.iprbookshop.ru/60288.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»	
3	Бескид П.П. Геоинформационные системы и технологии [Электронный ресурс]/ Бескид П.П., Куракина Н.И., Орлова Н.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2010.— 173 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/17902.html">http://www.iprbookshop.ru/17902.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»	Эл. ресурс
4	Котиков Ю.Г. Геоинформационные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Котиков Ю.Г.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 224 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/63633.html">http://www.iprbookshop.ru/63633.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»	Эл. ресурс

## **3 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

### ***3.1 Общие требования***

Оформление курсового проекта (далее «документа») осуществляется в соответствии с требованиями государственных стандартов и университета.

Отчет выполняется печатным способом с использованием компьютера.

Каждая страница текста, включая иллюстрации и приложения, нумеруется арабскими цифрами, кроме титульного листа и содержания, по порядку без пропусков и повторений. Номера страниц проставляются, начиная с введения (третья страница), в центре нижней части листа без точки.

Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм.

Рекомендуемым типом шрифта является Times New Roman, размер которого 14 pt (пунктов) (на рисунках и в таблицах допускается применение более мелкого размера шрифта, но не менее 10 pt).

Текст печатается через 1,5-ый интервал, красная строка – 1,25 см.

Цвет шрифта должен быть черным, необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всей работе. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах и формулах, применяя курсив, полужирный шрифт не применяется.

### ***3.2 Правила оформления наименований и нумерации структурных элементов, глав и параграфов***

Документ должен включать следующие структурные элементы: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, приложения (является дополнительным элементом). Основной текст может быть разделен на разделы и параграфы.

Каждый структурный элемент документа (титульный лист, содержание, введение, заключение, приложение) и разделы необходимо начинать с новой страницы. Следующий параграф внутри одного раздела начинается через 2 межстрочных интервала на том же листе, где закончился предыдущий.

Расстояние между заголовком структурного элемента и текстом, заголовками главы и параграфа, заголовком параграфа и текстом составляет 2 межстрочных интервала.

Наименования структурных элементов письменной работы («СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «ПРИЛОЖЕНИЕ») служат заголовками структурных элементов. Данные наименования пишутся по центру страницы без точки в конце прописными (заглавными) буквами, не подчеркивая.

Разделы, параграфы должны иметь заголовки. Их следует нумеровать арабскими цифрами и записывать по центру страницы прописными (заглавными) буквами без точки в конце, не подчеркивая. Номер раздела указывается цифрой (например, 1, 2, 3), номер параграфа включает номер раздела и порядковый номер параграфа, разделенные точкой (например, 1.1, 2.1, 3.3). После номера раздела и параграфа в тексте точку не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Не допускается писать заголовок параграфа на одном листе, а его текст – на другом.

В содержании работы наименования структурных элементов указываются с левого края страницы, при этом первая буква наименования является прописной (заглавной), остальные буквы являются строчными, например:

Введение

1 Краткая характеристика организации – места прохождения практики

2 Практический раздел – выполненные работы

Заключение

Приложения

### ***3.3 Правила оформления сокращений и аббревиатур***

Сокращение русских слов и словосочетаний допускается при условии соблюдения требований ГОСТ 7.12–93 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила».

В тексте письменной работы допускаются общепринятые сокращения и аббревиатуры, установленные правилами орфографии и соответствующими нормативными документами, например: год – г., годы – гг., и так далее – и т. д., метр – м, тысяч – тыс., миллион – млн, миллиард – млрд, триллион – трлн, страница – с., Российская Федерация – РФ, общество с ограниченной ответственностью – ООО.

При использовании авторской аббревиатуры необходимо при первом ее упоминании дать полную расшифровку, например: «... Уральский государственный горный университет (далее – УГГУ)...».

Не допускается использование сокращений и аббревиатур в заголовках письменной работы, глав и параграфов.

### ***3.4 Правила оформления перечислений***

При необходимости в тексте работы могут быть приведены перечисления. Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис (иные маркеры не допустимы). Например:

«...заключение содержит:

- краткие выводы;

- оценку решений;

- разработку рекомендаций.»

При необходимости ссылки в тексте работы на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв ё, з, й, о, ч, ъ, ы, ь). Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа. Например:

а) ...;

б) ...;

1) ...;

- 2) ...;
- в) ...

### **3.5 Правила оформления рисунков**

В письменной работе для наглядности, уменьшения физического объема сплошного текста следует использовать иллюстрации – графики, схемы, диаграммы, чертежи, рисунки и фотографии. Все иллюстрации именуется рисунками. Их количество зависит от содержания работы и должно быть достаточно для того, чтобы придать ей ясность и конкретность.

На все рисунки должны быть даны ссылки в тексте работы, например: «... в соответствии с рисунком 2 ...» или «... тенденцию к снижению (рисунок 2)».

Рисунки следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые (при наличии достаточного пространства для помещения рисунка со всеми поясняющими данными), или на следующей странице. Если рисунок достаточно велик, его можно размещать на отдельном листе. Допускается поворот рисунка по часовой стрелке (если он выполнен на отдельном листе). Рисунки, размеры которых больше формата А4, учитывают как одну страницу и помещают в приложениях.

Рисунки, за исключением рисунков в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждый рисунок (схема, график, диаграмма) обозначается словом «Рисунок», должен иметь заголовок и подписываться следующим образом – посередине строки без абзацного отступа.

### **3.6 Правила оформления таблиц**

В письменной работе фактический материал в обобщенном и систематизированном виде может быть представлен в виде таблицы для наглядности и удобства сравнения показателей.

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «...в таблице 2 представлены ...» или «... характеризуется показателями (таблица 2)».

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Таблицы, за исключением таблиц в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждая таблица должна иметь заголовок, который должен отражать ее содержание, быть точным, кратким. Заголовок таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например:

Таблица 3 – Количество тонн угля, добытого шахтами Свердловской области

Наименование организации	2017	2018
ПАО «Бокситы Севера»	58	59
Березниковская шахта	29	51

Если таблица взята из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

Располагают таблицы на странице обычно вертикально. Помещенные на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причем графа с наименованиями показателей должна размещаться в левой части страницы. Слева, справа и снизу таблицы ограничивают линиями.



Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы. На странице, на которую перенесена часть таблицы, слева пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы и повторением шапки таблицы.

Если таблица переносится, то на странице, где помещена первая часть таблицы, нижняя ограничительная линия таблицы не проводится. Это же относится к странице (страницам), где помещено продолжение (продолжения) таблицы. Нижняя ограничительная линия таблицы проводится только на странице, где помещено окончание таблицы.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Примечания к таблице (подтабличные примечания) размещают непосредственно под таблицей в виде: а) общего примечания; б) сноски; в) отдельной графы или табличной строки с заголовком. Выделять примечание в отдельную графу или строку целесообразно лишь тогда, когда примечание относится к большинству строк или граф. Примечания к отдельным заголовкам граф или строк следует связывать с ними знаком сноски. Общее примечание ко всей таблице не связывают с ней знаком сноски, а помещают после заголовка «Примечание» или «Примечания», оформляют как внутритекстовое примечание.

Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте работы, но не менее 10 pt.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа. Если показатели таблицы выражены в разных единицах измерения, то обозначение единицы измерения указывается после наименования показателя через запятую. Допускается при необходимости выносить в отдельную графу обозначения единиц измерения.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух или более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять. Если в ячейке таблицы приведен текст из нескольких предложений, то в последнем предложении точка не ставится.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения нормативных материалов, марок материалов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

Если таблицы размещены в приложении, их нумерация имеет определенные особенности. Таблицы каждого приложения нумеруют отдельной нумерацией арабскими цифрами. При этом перед цифрой, обозначающей номер таблицы в приложении, ставится буква соответствующего приложения, например:

Таблица В.1. – Динамика показателей за 2016–2017 гг.

Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении (допустим, В).

### **3.7 Правила оформления примечаний и ссылок**

При необходимости пояснить содержание текста, таблицы или иллюстрации в работе следует помещать примечания. Их размещают непосредственно в конце страницы, таблицы, иллюстрации, к которым они относятся, и печатают с прописной буквы с абзацного отступа после слова «Примечание» или «Примечания». Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Если их несколько, то после слова «Примечания» ставят двоеточие и каждое примечание печатают с прописной буквы с новой строки с абзацного отступа, нумеруя их по порядку арабскими цифрами.

Цитаты, а также все заимствования из печати данные (нормативы, цифры и др.) должны иметь библиографическую ссылку на первичный источник. Ссылка ставится непосредственно после того слова, числа, предложения, по которому дается пояснение, в квадратных скобках. В квадратных скобках указывается порядковый номер источника в соответствии со списком использованных источников и номер страницы, с которой взята информация, например: [4, с. 32]. Это значит, использован четвертый источник из списка литературы со страницы 32. Если дается свободный пересказ принципиальных положений тех или иных авторов, то достаточно указать в скобках после изложения заимствованных положений номер источника по списку использованной литературы без указания номера страницы.

### **3.8 Правила оформления списка использованных источников**

Оформлению списка использованных источников, прилагаемого к документу, следует уделять самое серьезное внимание.

Сведения об источниках приводятся в следующем порядке:

1) **нормативные правовые акты**: Нормативные правовые акты включаются в список в порядке убывания юридической силы в следующей очередности: международные нормативные правовые акты, Конституция Российской Федерации, федеральные конституционные законы, федеральные законы, акты Конституционного Суда Российской Федерации, решения других высших судебных органов, указы Президента Российской Федерации, постановления Правительства Российской Федерации, нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти, законы субъектов Российской Федерации, подзаконные акты субъектов Российской Федерации, муниципальные правовые акты, акты организаций.

Нормативные правовые акты одного уровня располагаются в хронологическом порядке, от принятых в более ранние периоды к принятым в более поздние периоды.

Примеры оформления нормативных правовых актов и судебной практики:

1. Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов власти субъектов Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон от 06.10.1999 г. № 184-ФЗ // Собрание законодательства РФ. - 1999. - № 43.

2. О порядке разработки и утверждения административных регламентов исполнения государственных функций (предоставления государственных услуг) [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 11.11.2005 г. № 679. - Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

3. О практике применения судами Закона Российской Федерации «О средствах массовой информации» [Электронный ресурс]: Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 15.06.2010 № 16. - Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

4. Определение судебной коллегии по гражданским делам Верховного Суда Российской Федерации по иску Цирихова // Бюллетень Верховного Суда Российской Федерации. - 1994. - №9. - С. 1-3.

2) **книги, статьи, материалы конференций и семинаров.** Располагаются по алфавиту фамилии автора или названию, если книга печатается под редакцией. Например:

5. Абрамова, А.А. Трудовое законодательство и права женщин [Текст] / А.А.Абрамова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 11, Право. - 2001. - № 5. - С. 23–25.

6. Витрянский, В.В. Договор банковского счета [Текст] / В.В. Витрянский // Хозяйство и право.- 2006.- № 4.- С. 19 – 25.

7. Двинянинова, Г.С. Комплимент: Коммуникативный статус или стратегия в дискурсе [Текст] / Г.С. Двинянинова // Социальная власть языка: сб. науч. тр. / Воронеж. межрегион. ин-т обществ. наук, Воронеж. гос. ун-т, Фак. романо-герман. истории. - Воронеж, 2001. - С. 101–106.

8. История России [Текст]: учеб. пособие для студентов всех специальностей / В.Н. Быков [и др.]; отв. ред. В.Н. Сухов; М-во образования Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. лесотехн. акад. - 2-е изд., перераб. и доп. / при участии Т.А. Суховой. - СПб.: СПбЛТА, 2001. - 231 с.

9. Трудовое право России [Текст]: учебник / Под ред. Л.А.Сыроватской. - М.: Юристъ, 2006. - 280 с.

10. Семенов, В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В.В. Семенов; Рос. акад. наук, Пушин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. - Пушкино: ПНЦ РАН, 2000. - 64 с.

11. Черткова, Е.Л. Утопия как способ постижения социальной действительности [Электронный ресурс] / Е.Л. Черткова // Социемы: журнал Уральского гос. ун-та. - 2002. - N 8. – Режим доступа: <http://www2/usu.ru/philosoph/chertkova>.

12. Юридический советник [Электронный ресурс]. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см. - Прил.: Справочник пользователя [Текст] / сост. В.А. Быков. - 32 с.;

3) **статистические сборники, инструктивные материалы, методические рекомендации, реферативная информация, нормативно-справочные материалы.** Располагаются по алфавиту. Например:

13. Временные методические рекомендации по вопросам реструктуризации бюджетной сферы и повышения эффективности расходов региональных и местных бюджетов (Краткая концепция реструктуризации государственного и муниципального сектора и повышения эффективности бюджетных расходов на региональном и местном уровнях) [Текст]. - М.: ИЭПП, 2006. - 67 с.

14. Свердловская область в 1992-1996 годах [Текст]: Стат. сб. / Свердл. обл. комитет гос. статистики Госкомстата РФ. - Екатеринбург, 1997. - 115 с.

15. Социальное положение и уровень жизни населения России в 2010 г. [Текст]: Стат. сб. / Росстат. - М., 2002. - 320 с.

16. Социально-экономическое положение федеральных округов в 2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>

4) **книги и статьи на иностранных языках** в алфавитном порядке. Например:

17. An Interview with Douglass C. North [Text] // The Newsletter of The Cliometric Society. - 1993. - Vol. 8. - N 3. - P. 23–28.

18. Burkhead, J. The Budget and Democratic Government [Text] / Lyden F.J., Miller E.G. (Eds.) / Planning, Programming, Budgeting. Markham : Chicago, 1972. 218 p.

19. Miller, D. Strategy Making and Structure: Analysis and Implications for Performance [Text] // Academy of Management Journal. - 1987. - Vol. 30. - N 1. - P. 45–51;

20. Marry S.E. Legal Pluralism. – Law and Society Review. Vol 22.- 1998.- №5.- p. 22-27

5) **интернет-сайты.** Например:

21. Министерство финансов Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minfin.ru>

22. Российская книжная палата: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bookchamber.ru>

В списке использованных источников применяется сквозная нумерация с применением арабского алфавита. Все объекты печатаются единым списком, группы объектов не выделяются, источники печатаются с абзацного отступа.

Объекты описания списка должны быть обозначены терминами в квадратных скобках<sup>1</sup>:

- [Видеозапись];
- [Мультимедиа];
- [Текст];
- [Электронный ресурс].

При занесении источников в список литературы следует придерживаться установленных правил их библиографического описания.

### ***3.9 Правила оформления приложений***

В приложения рекомендовано включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть: материалы, дополняющие работу; таблицы вспомогательных цифровых данных; инструкции, методики, описания алгоритмов и программ задач, иллюстрации вспомогательного характера; нормативные правовые акты, например, должностные инструкции. В приложения также включают иллюстрации, таблицы и распечатки, выполненные на листах формата А3.

Приложения оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах после списка использованных источников.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь (ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б, ПРИЛОЖЕНИЕ В и т.д.). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Само слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» пишется прописными (заглавными) буквами.

Если в работе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Каждое приложение следует начинать с новой страницы. При этом слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его буквенное обозначение пишутся с абзацного отступа.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают на следующей строке после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» с абзацного отступа. Заголовок пишется с прописной буквы.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки, например: «... в приложении Б...». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте работы.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-методическому  
комплексу  
С.А. Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

### ФИЛОСОФИЯ

Направление подготовки  
**20.03.01 Техносферная безопасность**

Профиль  
**Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности**

Автор: Гладкова И. В., доцент, к. ф. н

Одобрена на заседании кафедры

Философии и культурологии

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Беляев В. П.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 01.09.2021

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Колчина Н. В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 08.10.2021

(Дата)

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
	Заключение	20
	Список использованных источников	21

## ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

**Самостоятельная работа студента (СРС)** - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

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.

**Самостоятельная работа студента** - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

*Аудиторная самостоятельная работа* по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

*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: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблеме;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение выполнения курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

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. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

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.

Подготовка к 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.

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.



## 1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить опiski, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тестов по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

## 2. 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***

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. 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>1</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>2</sup>.

---

<sup>1</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>2</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)

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. Объем времени на подготовку к устному опросу зависит от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

### 3. Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

*Доклад должен соответствовать следующим требованиям:*

- тема доклада должна быть согласована с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны соответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

#### ***Общая структура доклада***

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

#### ***Вступление.***

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;

- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

**Основная часть.**

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

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 должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

**Заключение.**

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

<i>Критерии оценки доклада, сообщения</i>	<i>Количество баллов</i>
Содержательность, информационная насыщенность доклада	2
Наличие аргументов	2
Наличие выводов	2
Наличие презентации доклада	2
Владение профессиональной лексикой	2
Итого:	10

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

#### 4. Методические рекомендации по написанию эссе

*Эссе* - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную 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 - 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.*

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.

## 5. 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 подведением итогов обсуждения, 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, 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. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

## 6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия*, где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

*Дискуссия* (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

*Дискуссия* обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

*Дискуссия- диалог* чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

*Дискуссия - спор* используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,
- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;
- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;
- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;
- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

**Подготовка студентов к дискуссии:** если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

**В проведении дискуссии** выделяется несколько этапов.

**Этап 1-й, введение в дискуссию:** формулирование проблемы и целей дискуссии; определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

**Этап 2-й, обсуждение проблемы:** обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

**Этап 3-й, подведение итогов обсуждения:** выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

## 7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

*Экзамен (зачет)* - 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 попадет 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 неусттомительный 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.

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.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

## 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 для *HR*;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html>
2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.



Автор: Железникова А.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	6
ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ.....	18
ПОДГОТОВКА К ДОКЛАДУ.....	22
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ...27	
ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ.....	30
ПОДГОТОВКА ЭССЕ.....	31
ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ.....	34
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	36

## ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении – 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 контрольной работы;
- 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. Славянский этногенез. Образование государства у восточных славян**

- 1.Этногенез восточных славян.
- 2.Славяне: расселение, занятия, общественное устройство, верования.
- 3.Предпосылки образования государственности у восточных славян
- 4.Норманнская и антинорманнская теории.
5. Первые князья династии Рюриковичей.
6. Русь и Византия. Первые договоры.

### **Тема 3. Киевская Русь**

1. Социально-экономический и общественно-политический строй Киевской Руси (конец X – первая треть XII вв.).
- 2.Формирование системы государственного управления. Князья Игорь, Ольга, Святослав.
3. Князь Владимир. Крещение Руси и его значение.
4. Ярослав Мудрый. «Русская правда» - первый свод законов Древнерусского государства. Владимир Мономах.

### **Тема 4. Русь в эпоху феодальной раздробленности**

- 1.Предпосылки распада Киевской Руси и начала феодальной раздробленности.
2. Политическая раздробленность на Руси
  - а) Новгородская боярская республика.
  - б) Владимиро-Суздальская Русь. Юрий Долгорукий, Андрей Боголюбский, Всеволод Большое Гнездо.
  - в) Галицко-Волынская земля. Ростислав Мстиславич, Даниил Романович.
  - г) Киевская земля в период феодальной раздробленности.
3. Последствия раздробленности.
4. Завоевательные походы монголов и нашествие Батыя на Русь.
5. Борьба с немецко-шведской агрессией. Деятельность А.Невского



6. Золотоордынское влияние на развитие средневековой Руси: оценки историков.

### **Тема 5. Складывание Московского государства в XIV - XVI вв. (XIV – начало XVI вв.)**

1. Предпосылки и особенности процесса объединения русских земель.
2. Этапы политического объединения, их характеристика и содержание. Иван Калита, Дмитрий Донской.
3. Социально-экономическое развитие и формирование политических основ Российского государства при Иване III и Василии III.
4. Внутренняя и внешняя политика Ивана IV.
5. Культура Руси XIV – начала XVI вв.

### **Тема 6. Российское государство в XVII в.**

1. Смутное время начала XVII в.
2. Развитие Российского государства при первых царях династии Романовых:
  - а) новые явления в социально-экономической жизни;
  - б) движение социального протеста;
  - в) государственно-общественное развитие;
  - г) реформы патриарха Никона и церковный раскол;
  - д) внешняя политика России в XVII в., присоединение новых территорий

### **Тема 7. Россия в XVIII в.**

1. Реформы Петра I и начало российской модернизации
2. Внешняя политика Петра I. Рождение Российской империи.
3. «Эпоха дворцовых переворотов» (1725–1762 гг.).
4. Царствование Екатерины II:
  - а) социально-экономическое развитие России во 2-й половине XVIII в.;
  - б) «Просвещенный абсолютизм»: содержание, особенности, противоречия.
4. Российское государство в конце XVIII века. Павел I.
5. Внешняя политика России
6. Европеизация и секуляризация русской культуры: результаты и последствия.

### **Тема 8. Россия в XIX в.**

1. Александр I и его преобразования. М.М. Сперанский.
2. Внешняя политика в первой четверти XIX в.
3. Внутренняя и внешняя политика императора Николая I.
4. Александр II. Отмена крепостного права и ее влияние на социально-экономическое развитие страны.
5. Либерально-буржуазные реформы 60–70-х гг. XIX в. и их последствия.

6. «Контрреформы» Александра III: корректировка реформаторского курса.
7. Общественно-политические движения (консервативный, либеральный, революционный лагерь).
8. Внешняя политика России во второй половине XIX в.
9. Культура и общественная жизнь России в XIX в.

### **Тема 11. Россия в XX в.**

1. Проблемы российской модернизации на рубеже XIX –XX вв. Программа индустриализации С. Ю. Витте. Реформы П. А. Столыпина.
2. Революция 1905–1907 гг. в России. Становление многопартийности и парламентаризма в России.
3. Внешняя политика. Первая мировая война.
4. Февральская революция 1917 года. Октябрь 1917 года: приход к власти большевиков.
5. Гражданская война в России и первое десятилетие Советской власти
6. Новая экономическая политика: цели, направления, результаты.
7. Социально-экономические преобразования в СССР:
  - а) индустриализация страны: необходимость, источники, методы, итоги;
  - б) коллективизация сельского хозяйства;
  - в) формирование и упрочение административно-бюрократической системы.
8. Политическая система СССР в 1930-е годы. Завершение «культурной революции».
9. Образование СССР. Внешняя политика СССР в 1930-е гг.
10. СССР во Второй мировой войне
  - а) подготовка страны к войне, этапы войны;
  - б) крупнейшие сражения, партизанское движение, работа тыла;
  - в) СССР и союзники во Второй мировой войне;
  - г) итоги войны, цена Великой победы.
11. СССР в послевоенный период
12. Социально-экономическое и общественно-политическое развитие СССР в 1946–1953 гг.
13. Успехи и противоречия социально-экономического и внешне-политического развития страны под руководством Н. С. Хрущева
14. Советское общество в эпоху «застоя» в период руководства Л.И. Брежнева
15. СССР в середине 1980-1990 гг.
  - а) Экономические преобразования в стране. Политика «ускорения». «Перестройка» в СССР.
  - б) Концепция «Нового политического мышления» и ее претворение в жизнь.
  - в) Реформирование политической системы. Распад СССР.

### **Тема 17. Россия и мир в начале XXI в.**

1. Геополитические последствия распада СССР. Провозглашение суверенитета Российской Федерации.
2. Формирование новой государственности. Конституция 1993 г.
3. Социально-экономические преобразования. Рыночная модернизация страны.
4. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации. Россия и мир на рубеже XX– XXI.

## **ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории**

История  
Исторический факт  
Исторический источник  
Интерпретация  
Этнос  
Менталитет  
Государство  
Цивилизация  
Формация  
Классы  
Прогресс  
Регресс  
Общественно-экономическая формация  
Геополитика

### **Тема 2. Славянский этногенез. Образование государства у восточных славян**

Великое переселение народов  
Этногенез  
Военная демократия  
Язычество  
Полюдь  
Повоз  
Погосты и уроки  
Феодализм  
Варяги  
Верьвь  
Вече  
Племенной союз  
Государство  
Князь  
Русь  
Волхвы  
Анты и венеды  
Отроки  
Смерды  
Закупы  
Рядовичи  
Холопы

### **Тема 3. Киевская Русь**

«Русская правда»  
Вотчина  
Боярская дума  
Децентрализация  
Уделы  
Централизация  
Поместье  
Воевода  
Ремесло  
Феодализм  
Феодальные отношения  
Усложнение социальной структуры  
Культура народная, культура религиозная  
Фольклор  
Храм  
Икона фреска  
Летописание  
Эволюция государственности  
Хазары, половцы, печенеги

### **Тема 4. Русь в эпоху феодальной раздробленности**

Великий князь  
Княжеский двор  
Дружина  
Междоусобные войны  
Феодальная раздробленность  
Феодальные центры  
Боярская республика  
Посадник  
Тысяцкий  
Сепаратизм  
Последствия раздробленности  
Держава Чингисхана  
Золотая Орда  
Монголо-татарское нашествие  
Баскак  
Выход  
Подушная подать  
Монголо-татарское иго  
Ярлык  
Проблема взаимовлияния  
Вторжения с северо-запада  
Ливонский орден  
Рыцари

## **Тема 5. Складывание Московского государства в XIV - XVI вв. (XIV – начало XVI вв.)**

Централизация  
Приказы  
Поместье  
Дворяне  
Местничество  
Кормление  
Крепостное право  
Боярская дума  
Натуральное хозяйство  
Судебник  
Государев дворец  
Государева казна  
Государственные символы  
«Москва – третий Рим»  
Сословно-представительная монархия  
Земский собор  
Митрополит  
Крепостное право  
Венчание на царство  
Избранная рада  
Реформа  
Приказы  
Стрелецкое войско  
Стоглав  
Опричина  
Губные избы  
Династический кризис

## **Тема 6. Российское государство в XVII в.**

Смутное время  
Интервенция  
Крестьянская война  
Семибоярщина  
Самозванство  
Народное ополчение  
Сословно-представительная монархия  
Патриарх  
«Бунташный век»  
Тягло  
Урочные и заповедные лета  
Мануфактуры  
Юридическое закрепощение крестьян

Личная зависимость  
Внеэкономическая эксплуатация  
Стрельцы  
Кзаки  
Полки нового строя  
Раскол в Русской православной церкви  
Старообрядчество  
Ярмарка  
Абсолютная монархия

### **Тема 7. Россия в XVIII в.**

Абсолютизм  
Империя  
Регулярная армия  
Синод  
Сенат  
Министерства  
Коллегии  
«Великое посольство»  
Подушная подать  
Табель о рангах  
Рекруты  
Ассамблеи  
Кунсткамера  
Протекционизм  
Меркантилизм  
Государственная монополия  
Дворцовые перевороты  
Гвардия  
Верховный Тайный совет  
Кондиции  
«Бироновщина»  
Просвещенный абсолютизм  
Уложенная комиссия  
Жалованная грамота  
Приписные крестьяне  
Обер-прокурор  
Господствующее сословие  
Податные сословия  
Крестьянская война

### **Тема 8. Россия в XIX в.**

Либеральные реформы  
Конституционализм  
Негласный комитет

Государственный Совет  
Отечественная война  
Конституция  
Монархия  
Крестьянский вопрос  
Либерализм  
Аракчеевщина  
Реакция  
Консерватизм  
Общественное движение  
Декабристы  
Западники  
Славянофилы  
Теория «официальной народности»  
Восточный вопрос  
Бюрократизация  
Кодификация  
Финансовая реформа Е.Ф. Канкрин  
Буржуазия  
Капитализм  
Рабочий класс  
Промышленный переворот  
Крестьянская реформа  
Выкупные платежи  
Временно-обязанные крестьяне  
Уставные грамоты  
Крестьянская община  
Народничество, радикализм  
Рабочее движение  
Марксизм  
Социал-демократия  
Контрреформы  
Легитимность  
Выкупная сделка  
Мировой суд  
Земство  
Всесословная воинская повинность  
Буржуазия, пролетариат  
Индустриализация и модернизация  
Союз трех императоров

#### **Тема 9. Россия в XX веке.**

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  
главнокомандования

обороны, Ставка Верховного

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

### **Тема 17. Россия и мир в начале XXI в.**

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 серьёзный, 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 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 откликнуться 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 заданий 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);

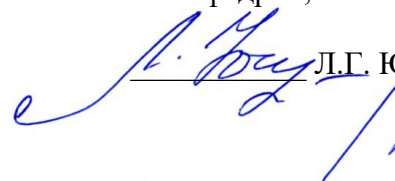
4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе)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

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой, к.п.н., доцент

 Л.Г. Юсупова

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

*по дисциплине*

### **Б1.О.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК**

Направление подготовки:

***20.03.01 Техносферная безопасность***

Профиль

***Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности***

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобен на заседании кафедры

*Иностранных языков и деловой  
коммуникации*

*(название кафедры)*

Протокол № 1 от 28.09.2021 г.

*(Дата)*

Екатеринбург

## Содержание

Цели и задачи дисциплины .....	3
Требования к оформлению контрольной работы .....	4
Содержание контрольной работы.....	4
Выполнение работы над ошибками.....	8
Критерии оценивания контрольной работы .....	8
Образец титульного листа .....	10

## Цель и задачи дисциплины

**Цель дисциплины:** повышение исходного уровня владения иностранным языком, достигнутого на предыдущей ступени образования, и достижение уровня иноязычной коммуникативной компетенции достаточного для общения в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах, а также для дальнейшего самообразования.

### Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины:

*универсальные:*

- способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) (УК-4).

*Для достижения указанной цели необходимо (задачи курса):*

- владение иностранным языком как средством коммуникации в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах;
- развитие когнитивных и исследовательских умений с использованием ресурсов на иностранном языке;
- развитие информационной культуры;
- расширение кругозора и повышение общей гуманитарной культуры студентов;
- воспитание толерантности и уважения к духовным ценностям разных стран и народов.

Методические указания по выполнению контрольной работы предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по специальности.

Письменная контрольная работа является обязательной формой *промежуточной аттестации*. Она отражает степень освоения студентом учебного материала по дисциплине Б1.О.03 Иностранный язык. А именно, в результате освоения дисциплины студент должен:

*Знать:*

- особенности фонетического строя иностранного языка;
- лексические единицы социально-бытовой и академической тематики, основы терминосистемы соответствующего направления подготовки;
- основные правила грамматической системы иностранного языка;
- особенности построения устных высказываний и письменных текстов разных стилей речи;
- правила речевого этикета в соответствии с ситуациями межличностного и межкультурного общения в социально-бытовой, академической и деловой сферах;
- основную страноведческую информацию о странах изучаемого языка;
- лексико-грамматические явления иностранного языка профессиональной сферы для решения задач профессиональной деятельности;

*Уметь:*

- вести диалог/полилог и строить монологическое высказывание в пределах изученных тем;
- понимать на слух иноязычные тексты монологического и диалогического характера с различной степенью понимания в зависимости от коммуникативной задачи;
- читать аутентичные тексты прагматического, публицистического, художественного и научного характера с целью получения значимой информации;
- передавать основное содержание прослушанного/прочитанного текста;
- записывать тезисы устного сообщения, писать эссе по изученной тематике, составлять аннотации текстов, вести личную и деловую переписку;
- использовать компенсаторные умения в процессе общения на иностранном языке;
- пользоваться иностранным языком в устной и письменной формах, как средством профессионального общения;



*Владеть:*

- основными приёмами организации самостоятельной работы с языковым материалом с использованием учебной и справочной литературы, электронных ресурсов;
- навыками выполнения проектных заданий на иностранном языке в соответствии с уровнем языковой подготовки;
- умением применять полученные знания иностранного языка в своей будущей профессиональной деятельности.

### **Требования к оформлению контрольной работы**

Контрольные задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, номер контрольной работы и фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Контрольные задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в контрольной работе.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если контрольная работа выполнена без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «Иностранный язык (английский)» представлено три варианта контрольной работы.

Номер варианта контрольной работы определяется для студентов в соответствии с начальными буквами их фамилий в алфавитном порядке. Например, студенты, у которых фамилии начинаются с букв А, выполняют контрольную работу № 1 и т.д. (см. таблицу №1).

Таблица №1

<i>начальная буква фамилии студента</i>	<i>№ варианта контрольной работы</i>
А, Г, Ж, К, Н, Р, У, Ц, Щ	№1
Б, Д, З, Л, О, С, Ф, Ч, Э, Я	№2
В, Е, И, М, П, Т, Х, Ш, Ю	№3

### **Содержание контрольной работы №1**

Контрольная работа проводится по теме 1. *Бытовая сфера общения (Я и моя семья)* и теме 2. *Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование)* и направлена на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Контрольная работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях, порядок слов в вопросительном предложении, безличные предложения, местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные), имя существительное, артикли (определенный, неопределенный, нулевой), функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*, оборот *there+be*, имя прилагательное и наречие, степени сравнения, сравнительные конструкции, имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат), образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. -

(Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №2:

Таблица №2

<i>Название темы</i>	<i>Страницы учебников</i>	
	<i>Агабекян И. П.</i>	<i>Журавлева Р.И.</i>
Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях	148	9
Порядок слов в вопросительном предложении	163-170	10, 24
Безличные предложения	149	440
Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные)	41-55	101, 439
Имя существительное	66-78	435
Артикли (определенный, неопределенный, нулевой)	78-84	433
Функции и спряжение глаголов <i>to be</i> и <i>to have</i>	102-104	6-8
Оборот <i>there+be</i>	105-107	100
Имя прилагательное и наречие	115	83
Степени сравнения, сравнительные конструкции	115-121	143
Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат)	261-271	-
Образование видовременных форм глагола в активном залоге	193-209	10, 36, 69

## **АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК**

### **Вариант №1**

**Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.**

**Пример:** Michael \_\_\_\_\_ everyone he meets because he is very sociable and easygoing. He has five brothers and two sisters, so that probably helped him learn how to deal with people.

A. gets divorced;      **B. gets along well with;**      C. gets married;

*Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.*

**Задание 2. Заполните пропуски местоимениями *some, any, no* или их производными.**

**Пример:** A: Is *anything* the matter with Dawn? She looks upset.

B: She had an argument with her friend today.

*Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «неопределённые местоимения».*

**Задание 3. Заполните пропуски личными местоимениями (*I, we, you, he, she, it, they, me, us, him, her, them*).**

**Пример:** My teacher is very nice. I like ... . – I like **him**.

*Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «личные и притяжательные местоимения».*

**Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках, обращая при этом внимание на использованные в предложениях маркеры.**

**Пример:** Every morning George **eats** (to eat) cereals, and his wife only **drinks** (to drink) a cup of coffee.

*Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».*

**Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.**

**Пример:** Paul was tired when he got home. – *Was Paul tired when he got home? Yes, he was.*

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

### Контрольная работа

#### Вариант №2

**Задание 1. Заполните пропуск, выбрав один вариант ответа.**

**Пример:** A British university year is divided into three \_\_\_\_\_.

1) conferences;            2) sessions;            3) terms;            4) periods;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

**Задание 2. Выберите правильную форму глагола.**

**Пример:** A: I have a Physics exam tomorrow.

B: Oh dear. Physics **is/are** a very difficult subject.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя существительное, функции и спряжение глаголов to be и to have».

**Задание 3. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Continuous, Past Continuous или Future Continuous.**

**Пример:** I **shall be studying** (study) Japanese online from 5 till 6 tomorrow evening.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

**Задание 4. Составьте вопросы к словам, выделенным жирным шрифтом.**

**Пример:** **The Petersons** have bought a dog. – *Who has bought a dog?*

The Petersons have bought **a dog**. – *What have the Petersons bought?*

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

**Задание 5. Подчеркните правильный вариант ответа.**

**Пример:** A: You haven't seen my bag anywhere, haven't you/**have you**?

B: No. You didn't leave it in the car, **did you/didn't** you?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

### Контрольная работа

#### Вариант № 3

**Задание 1. Заполните пропуски, выбрав один вариант ответа.**

**Пример:** The University accepts around 2000 new \_\_\_\_\_ every year.

1) students;    2) teachers;    3) pupils;    4) groups;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

**Задание 2. Поставьте в предложения подходящие по смыслу фразы:**

as red as a beet (свекла), as slow as a turtle, as sweet as honey, as busy as a bee, as clumsy as a bear (неуклюжий), as black as coal, as cold as ice, as slippery as an eel (изворотливый как угорь), as free as a bird, as smooth as silk (гладкий)

**Пример:** Your friend is so unemotional, he is **as cold as ice**.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя прилагательное и наречие».

**Задание 3. Переведите следующие предложения на английский язык.**

**Пример:** Это самая ценная картина в Русском музее. **This is the most valuable picture in Russian Museum.**

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «степени сравнения имени прилагательного и наречий».

**Задание 4. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Perfect, Past Perfect или Future Perfect.**

**Пример:** Sam **has lost** (lose) his keys. So he can't open the door.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

**Задание 5. Задайте вопросы к предложениям.**

**Пример:** There are two books. The one on the table is Sue's.

a) 'Which book is Sue's?' 'The one on the table.'

b) 'Whose book is on the table?' 'Sue's.'

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

## **НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК**

**Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.**

**Пример:** Mein Bruder ... Arzt geworden

A. hat; B. ist; C. wird;

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Пассивный залог».

**Задание 2. Вставьте подходящее вопросительное слово.**

**Пример:** Was machen Sie am Wochenende?

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Вопросительные местоимения».

**Задание 3. Заполните пропуски возвратными местоимениями в нужной форме.**

**Пример:** Wo wohnen deine Eltern?

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Притяжательные местоимения».

**Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках.**

**Пример:** Kannst du mir bitte die Marmelade geben? (können)

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Модальные глаголы».

**Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.**

**Пример:** Sie wohnen in Berlin.

**Ответ: Wo wohnen Sie? Wer wohnt in Berlin?**

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Вопросительные предложения».

Проблемные и сложные вопросы, возникающие в процессе изучения курса и выполнения контрольной работы, необходимо решать с преподавателем на консультациях.

Выполнению контрольной работы должно предшествовать самостоятельное изучение студентом рекомендованной литературы.

Студент получает проверенную контрольную работу с исправлениями в тексте и замечаниями. В конце работы выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Работа с оценкой «неудовлетворительно» должна быть доработана и представлена на повторную проверку.

#### **Выполнение работы над ошибками**

При получении проверенной контрольной работы необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы. Контрольные работы являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

#### **Критерии оценивания контрольной работы**

*Оценка за контрольную работу* определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 1 балл. Максимум 44 балла.

#### **Результат контрольной работы**

*Контрольная работа оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:*

35-44 балла (80-100%) - оценка «отлично»;

29-34 балла (65-79%) - оценка «хорошо»;

22-28 баллов (50-64%) - оценка «удовлетворительно»;

0-21 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

*Образец оформления титульного листа*



**Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»**  
Кафедра иностранных языков и деловой коммуникации

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1**

**по дисциплине  
ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК**

Направление подготовки:  
***20.03.01 Техносферная безопасность***

Профиль  
***Комплексное управление техносферной безопасностью  
и защита в чрезвычайных ситуациях***

формы обучения: очная, заочная

Выполнил: Иванов Иван Иванович  
Группа КУТБ-22

Преподаватель: Петров Петр Петрович,  
к.т.н, доцент

**Екатеринбург  
2022**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Профессор  
Комплекс

УТВЕРЖДАЮ  
по учебно-методическому  
С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

по дисциплине  
**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Направление подготовки  
**20.03.01 Техносферная безопасность**

Направленность (профиль)  
**«Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности»**

форма обучения: **очная, очно-заочная, заочная**

Авторы: Кузнецов А.М., Тетерев Н.А.

Одобрены на заседании кафедры

Безопасности горного производства  
*(название кафедры)*

Зав. кафедрой

Елохин В.А.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 14.09.2021

*(Дата)*

Рассмотрены методической комиссией

Горно-технологического факультета  
*(название факультета)*

Председатель

Колчина Н.В.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 2 от 08.10.2021

*(Дата)*

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА.....	4
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	5
ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ .....	5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	5
ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ .....	5
УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	5
СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ.....	5
НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА.....	5
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА.....	6
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	12



## 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.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Она содержит названия разделов с указанием основных вопросов и разделов каждой темы. Каждая тема является основой вопросов на зачет. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература. При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебникам освоите каждый структурный элемент темы.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.
5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы и упражнения.

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Основные понятия и определения. Характеристика форм трудовой деятельности. Опасности среды обитания. Основные положения теории риска. Системный анализ безопасности. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности.

### **ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ**

Анатомо-физиологическая характеристика человека. Анализаторы человека. Защитные механизмы организма.

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Гелиофизические и метеорологические факторы. Производственная пыль. Механические опасности. Опасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Механические колебания и волны. Электробезопасность. Электромагнитные излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Химические опасности. Биологические опасности. Психологические опасности. Экологические опасности. Социальные опасности. Санитарно-гигиенические требования к устройству и содержанию предприятий.

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Общая характеристика чрезвычайных ситуаций. Стихийные бедствия. Аварии на особо опасных объектах экономики. Аварии на объектах горной промышленности и подземных геологоразведочных работ. Чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения. Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

### **ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

Заболеваемость. Травматизм. Методы анализа травматизма.

## **УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Правовые основы обеспечения безопасности деятельности. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий труда. Время отдыха. Подготовка работников к безопасному труду. Система управления охраной труда на предприятии. Экономические аспекты охраны труда.

## **СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ**

**НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ  
ТРУДА**

## • КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные термины теории безопасности деятельности, дайте их определения.
2. Охарактеризуйте основные формы трудовой деятельности.
3. Что понимают под опасностью среды обитания? Как классифицируют опасности?
4. Сформулируйте аксиому о потенциальной опасности деятельности.
5. В чем состоит идентификация (распознавание) опасности?
6. Что такое квантификация опасностей?
7. Назовите методы анализа безопасности деятельности.
8. Приведите примеры расчета производственного риска.
9. В чем заключается концепция приемлемого риска?
10. Что такое управление риском?
11. Охарактеризуйте системный анализ безопасности деятельности.
12. Перечислите принципы, методы и средства обеспечения безопасности.
13. Изложите сущность естественной системы защиты человека от опасностей.
14. Дайте анатомо-физиологическую характеристику человека.
15. Какова роль анализаторов человека в обеспечении безопасности его деятельности?
16. Опишите зрительный, слуховой и обонятельный анализаторы.
17. Опишите вестибулярный, кинестетический и кожный анализаторы.
18. Что понимают под защитными механизмами человеческого организма?
19. Охарактеризуйте действие гелиофизических и метеорологических факторов на человека.
20. Какое действие оказывают высокие и низкие температуры, повышенная и пониженная влажность на организм человека?
21. Как действуют на организм человека вредные газы и пары?
22. В чем заключается вредное действие производственной пыли на организм? Как ведется борьба с пылью?
23. Назовите средства индивидуальной защиты работающих от пыли.
24. Как классифицируют механические опасности?
25. Перечислите методы и средства защиты от механических опасностей.
26. Укажите, как обеспечивается безопасность при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
27. Охарактеризуйте действие инфразвука и ультразвука на организм и меры защиты от них.
28. Объясните действие шума на организм. Перечислите методы и средства коллективной и индивидуальной защиты от шума.

29. Как борются с вибрацией на горных предприятиях?
30. Объясните действие электрического тока на организм человека.
31. Укажите опасности, связанные с применением электрического тока на горных предприятиях.
32. Назовите основные меры безопасности при эксплуатации электроустановок.
33. Перечислите средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током.
34. В чем состоит молниезащита зданий и сооружений?
35. Назовите способы защиты работающих от воздействия электрических и электромагнитных полей.
36. Укажите меры защиты от инфракрасного, ультрафиолетового и лазерного излучений.
37. Как влияет освещение на условия труда? Перечислите виды освещения.
38. Укажите средства нормализации освещения производственных помещений, рабочих мест и горных выработок.
39. Охарактеризуйте виды ионизирующих излучений.
40. Назовите общие принципы защиты от ионизирующих излучений.
41. Охарактеризуйте методы и средства защиты от ионизирующих излучений.
42. Перечислите химические опасности (вредные вещества) и укажите меры защиты от них.
43. Назовите биологические опасности и меры защиты от них.
44. Что понимают под психологическими опасностями?
45. Какие естественные факторы воздействуют на биосферу Земли?
46. В чем заключается антропогенное воздействие на природу?
47. Назовите методы и средства обеспечения экологической безопасности на горных предприятиях.
48. Какие санитарно-гигиенические требования предъявляются к устройству и содержанию предприятий?
49. Что такое чрезвычайная ситуация?
50. Перечислите признаки, характеризующие чрезвычайные ситуации.
51. Как классифицируют чрезвычайные ситуации по причинам возникновения?
52. Охарактеризуйте стихийные бедствия. Укажите мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий.
53. Перечислите виды аварий на особо опасных объектах экономики (народного хозяйства). В чем заключается профилактика возникновения аварий на таких объектах?
54. Какие аварии происходят на объектах горной промышленности? Укажите методы профилактики и ликвидации таких аварий.
55. Охарактеризуйте чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения.

56. Перечислите основные принципы и способы защиты населения от чрезвычайных ситуаций.
57. Какие действия надлежит выполнить населению при стихийных бедствиях и авариях?
58. Укажите действия населения при возникновении угрозы нападения противника.
59. Какие действия должно выполнять население в очагах поражения и после выхода из них?
60. Какие факторы влияют на устойчивость функционирования объектов экономики?
61. Перечислите основные мероприятия по повышению устойчивости функционирования объектов экономики.
62. Назовите принципы организации и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.
63. Какие приемы и способы проведения АСиДНР используются в очагах поражения?
64. Перечислите меры безопасности при проведении АСиДНР.
65. По каким признакам классифицируют травмы и несчастные случаи на производстве?
66. Перечислите причины травматизма.
67. Укажите причины несчастных случаев на шахтах.
68. Опишите порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве.
69. В чем заключается профилактика травматизма?
70. Какие методы используются при анализе травматизма?
71. Как расследуются профессиональные заболевания?
72. Кто назначает комиссию по расследованию профессионального заболевания?
73. Каким образом определяется окончательный диагноз острого профессионального заболевания?
74. Назовите меры профилактики профессиональных заболеваний.
75. Назовите меры профилактики производственного травматизма.
76. Изложите правовые основы обеспечения безопасности деятельности.
77. Какие обязанности возложены на администрацию предприятия по обеспечению охраны труда?
78. Перечислите виды подготовки работников к безопасному труду.
79. Что понимают под системой управления охраной труда на предприятиях?
80. Назовите основные нормативные документы, обеспечивающие безопасность деятельности.
81. Какова продолжительность ежедневной работы?
82. Какова профессиональная подготовка работников к безопасному труду?

83. Опишите систему управления охраной труда.
84. Назовите фонды охраны труда.
85. Чем обуславливается эффективность мероприятий по охране труда?
86. Опишите медицинское обслуживание работников.
87. Какие существуют льготы и компенсации за вредные и опасные условия труда?
88. Поясните суть обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.
89. Назовите обязательные принципы обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.
90. Кто имеет право на получение страховых выплат в случае смерти застрахованного?
91. Как осуществляются страховые выплаты по социальному страхованию?
92. Как начисляется пособие по временной нетрудоспособности?
93. Каков порядок привлечения к дисциплинарной ответственности?
94. Кто может привлекать к дисциплинарной ответственности.
95. Кто может привлекать к административной ответственности?
96. В каких случаях привлекают к уголовной ответственности?



## **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

*Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебное пособие / В.В. Токмаков, Ю.Ф. Килин, А.М. Кузнецов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский государственный горный университет. - 4-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 272 с.*

*Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / В.А. Подюков, В.В. Токмаков, В.М. Куликов ; под ред. В.В. Токмакова ; Уральский государственный горный уни-верситет. - 3-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург : УГГУ, 2007. - 314 с.*

*Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник. 5-е изд., исправл. и доп. – М.: Изд-во «Юрай», 2015. – 702с.*

*Безопасность жизнедеятельности: энциклопедический словарь / под ред. проф. Русака О. Н. – СПб.: Инф-изд. агент «Лик», 2003.*

*Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / К. З. Ушаков, Н. О. Каледина, Б. Ф. Кирин, М. А. Сребный / под ред. К. З. Ушакова. – М.: Изд-во МГГУ, 2000. – 430 с.*

*Воронов Е. Т., Резник Ю. Н., Бондарь И. А. Безопасность жизнедеятельности. Теоретические основы БЖД. Охрана труда: учебное пособие. – Чита: Изд-во ЧитГУ, 2010. – 390 с.*

*Занько Н. К., Малаян К. Р., Русак О. Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник. – М.: Лань, 2012. – 672 с.*

*Субботин А. И. Управление безопасностью труда: учебное пособие. – М.: Изд-во МГГУ, 2014. – 266 с.*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу  
С.А. Упоров

**УТВЕРЖДАЮ**



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И  
СПОРТУ**

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Одобрена на заседании кафедры

Физической культуры

*(название кафедры)*

Зав. кафедрой

*(подпись)*

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 29.09.2021

*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета

*(название факультета)*

Председатель

*(подпись)*

Колчина Н.В.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 2 от 08.10.2021

*(Дата)*

Екатеринбург  
2021

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом .....	3
1.1. Планирование, формы и организация самостоятельных занятий .....	3
1.1.1. Утренняя физическая гимнастика .....	3
1.1.2. Упражнения в течение учебного дня... ..	4
1.1.3. Самостоятельные тренировочные занятия... ..	4
1.1.4. Методика самостоятельных тренировочных занятий .....	5
1.1.5. Особенности самостоятельных занятий для женщин .....	6
1.2 Самоконтроль занимающихся за состоянием своего организма.....	7
1.2.1 Оценка физического развития... ..	9
1.2.2. Оценка функционального состояния (подготовленности) .....	10
2. Другие виды самостоятельной работы	
2.1 Самостоятельная подготовка к сдаче обязательных тестов оценки общей физической подготовленности .....	12
2.1.1 Тест на скоростно-силовую подготовленность (бег на 100 м) .....	12
2.1.2 Техника выполнения упражнения... ..	12
2.1.3 Методы самостоятельной тренировки .....	13
2.1.4. Средства тренировки быстроты.....	13
2.1.5. Подготовка и сдача контрольного норматива.....	14
2.2. Тест на силовую подготовленность для женщин .....	15
2.2.1. Техника выполнения упражнения... ..	15
2.3. Тест на силовую подготовленность для мужчин .....	15
2.3.1. Техника выполнения упражнения... ..	15
2.3.2. Методы развития силы .....	16
2.4. Тест на общую выносливость (бег 2000 и 3000 м) .....	17
2.4.1. Техника бега на длинные дистанции .....	17
2.4.3. Возможные ошибки и осложнения в ходе проведения самостоятельных тренировок.....	18
3.Актуальность задачи повышения уровня готовности обучающихся к зачетным занятиям, на основе управляемой адаптации к смене видов учебно-познавательной деятельности.....	21

# **1. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом**

## **1.1. Планирование, формы и организация самостоятельных занятий**

Планирование самостоятельных занятий осуществляется студентами при консультации преподавателей и должно быть направлено на достижение единой цели – сохранение хорошего здоровья, поддержание высокого уровня физической и умственной работоспособности, достижение поставленной задачи.

Существуют три формы самостоятельных занятий:

1. Утренняя физическая гимнастика (УФГ).
2. Упражнения в течение учебного (рабочего) дня.
3. Самостоятельные тренировочные занятия.

### **1.1.1. Утренняя физическая гимнастика**

Выполняется ежедневно. В комплекс УФГ следует включать упражнения для всех групп мышц, упражнения на гибкость и дыхание, бег, бег (прыжковые упражнения).

Не рекомендуется выполнять:

- упражнения статического характера;
- со значительными отягощениями;
- упражнения на выносливость.

При выполнении УФГ рекомендуется придерживаться определенной последовательности выполнения упражнений:

- медленный бег, ходьба (2-3 мин.);
- потягивающие упражнения в сочетании с глубоким дыханием;
- упражнение на гибкость и подвижность для мышц рук, шеи, туловища и ног;
- силовые упражнения без отягощений или с небольшими отягощениями для рук, туловища, ног (сгибание-разгибание рук в упоре лежа, упражнения с легкими гантелями, с эспандерами);
- различные наклоны в положении стоя, сидя, лежа, приседания на одной и двух ногах и др.;

- легкие прыжки или подскоки (например, со скалкой) – 20-30 с.;
- упражнения на расслабление с глубоким дыханием.

При составлении комплексов УФГ рекомендуется физиологическую нагрузку на организм повышать постепенно, с максимумом во второй половине комплекса. К концу выполнения комплекса нагрузка снижается и организм приводится в спокойное состояние.

Между сериями из 2-3 упражнений (а при силовых – после каждого) выполняется упражнение на расслабление или медленный бег (20-30с.).

УФГ должна сочетаться с самомассажем и закаливанием организма. Сразу же после выполнения комплекса УФГ рекомендуется сделать самомассаж основных мышечных групп ног, туловища, рук (5-7 мин.) и выполнить водные процедуры с учетом правил и принципов закаливания.

#### 1.1.2. Упражнения в течение учебного дня

Выполняются в перерывах между учебными и самостоятельными занятиями.

Они обеспечивают предупреждение наступающего утомления, способствуют поддержанию высокой работоспособности на длительное время без перенапряжения.

При выполнении этих упражнений следует придерживаться следующих правил:

1. Проводить в хорошо проветренных помещениях или на открытом воздухе.
2. Растягивать и расслаблять мышцы, испытывающие статическую нагрузку.
3. Нагружать неработающие мышцы.

#### 1.1.3. Самостоятельные тренировочные занятия

Можно проводить индивидуально или в группе из 3-5 человек и более. Групповая тренировка более эффективна, чем индивидуальная. Заниматься рекомендуется 3-4 раза в неделю по 1,5 -2 часа. Заниматься менее двух раз в неделю нецелесообразно, т.к. это не способствует повышению уровня

тренированности организма. Тренировочные занятия должны носить комплексный характер, т.е. способствовать развитию всего комплекса физических качеств, а также укреплению здоровья и повышению общей работоспособности организма.

Каждое самостоятельное тренировочное занятие состоит из трех частей:

1. Подготовительная часть (разминка) (15-20 мин. для одночасового занятия): ходьба (2-3 мин.), медленный бег (8-10 мин.), общеразвивающие упражнения на все группы мышц, соблюдая последовательность «сверху вниз», затем выполняются специально-подготовительные упражнения, выбор которых зависит от содержания основной части.

2. В основной части (30-40 мин.) изучаются спортивная техника и тактика, осуществляется тренировка развития физических, волевых качеств. При выполнении упражнений в основной части занятия необходимо придерживаться следующей последовательности:

После разминки выполняются упражнения, направленные на изучение и совершенствование техники, и упражнения на быстроту, затем упражнения для развития силы и в конце основной части занятия – для развития выносливости.

3. В заключительной части (5-10 мин.) выполняются медленный бег (3-8 мин.), переходящий в ходьбу (2-6 мин.), упражнения на расслабление в сочетании с глубоким дыханием, которые обеспечивают постепенное снижение тренировочной нагрузки и приведение организма в сравнительно спокойное состояние.

#### 1.1.4. Методика самостоятельных тренировочных занятий

Методические принципы, которыми необходимо руководствоваться при проведении самостоятельных тренировочных занятий, следующие:

- принцип сознательности и активности предполагает углубленное изучение занимающимися теории и методики спортивной тренировки, осознанное отношение к тренировочному процессу, понимание целей и задач занятий, рациональное применение средств и методов тренировки в каждом занятии, учет

объема и интенсивности выполняемых упражнений и физических нагрузок, умение анализировать и оценивать итоги тренировочных занятий;

- принцип систематичности требует непрерывности тренировочного процесса, рационального чередования физических нагрузок и отдыха, преемственности и последовательности тренировочных нагрузок от занятия к занятию. Эпизодические занятия или занятия с большими перерывами (более 4-5 дней) неэффективны и приводят к снижению достигнутого уровня тренированности;

- принцип доступности и индивидуализации обязывает планировать и включать в каждое тренировочное занятие физические упражнения, по своей сложности и интенсивности доступные для выполнения занимающимися. При определении содержания тренировочных занятий необходимо соблюдать правила: от простого – к сложному, от легкого – к трудному, от известного – к неизвестному, а также осуществлять учет индивидуальных особенностей занимающихся: пол, возраст, физическую подготовленность, уровень здоровья, волевые качества, трудолюбие, тип высшей нервной деятельности и т.п. Подбор упражнений, объем и интенсивность тренировочных нагрузок нужно осуществлять в соответствии с силами и возможностями организма занимающихся;

- принцип динамичности и постепенности определяет необходимость повышения требований к занимающимся, применение новых, более сложных физических упражнений, увеличение тренировочных нагрузок по объему и интенсивности. Переход к более высоким тренировочным нагрузкам должен проходить постепенно с учетом функциональных возможностей и индивидуальных особенностей занимающихся.

Если в тренировочных занятиях был перерыв по причине болезни, то начинать занятия следует после разрешения врача при строгом соблюдении принципа постепенности. Вначале тренировочные нагрузки значительно снижаются и постепенно доводятся до занимающегося в тренировочном плане уровня.



Все выше перечисленные принципы находятся в тесной взаимосвязи. Это различные стороны единого, целостного повышения функциональных возможностей занимающихся.

#### 1.1.5. Особенности самостоятельных занятий для женщин

Организм женщины имеет анатомо-физиологические особенности, которые необходимо учитывать при проведении самостоятельных занятий физическими упражнениями или спортивной тренировки. В отличие от мужского, у женского организма менее прочное строение костей, ниже общее развитие мускулатуры тела, более широкий тазовый пояс и мощнее мускулатура тазового дна. Для здоровья женщины большое значение имеет развитие мышц брюшного пресса, спины и тазового дна. От их развития зависит нормальное положение внутренних органов. Особенно важно развитие мышц тазового дна.

Одной из причин недостаточного развития этих мышц у студенток и работниц умственного труда является малоподвижный образ жизни. При положении сидя мышцы тазового дна не противодействуют внутрибрюшному давлению и растягиваются от тяжести лежащих над ними органов. В связи с этим мышцы теряют свою эластичность и прочность, что может привести к нежелательным изменениям положения внутренних органов и к ухудшению их функциональной деятельности.

Ряд характерных для организма женщины особенностей имеется и в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и других систем. Все это выражается более продолжительным периодом восстановления организма после физической нагрузки, а также более быстрой потерей состояния тренированности при прекращении тренировок.

Особенности женского организма должны строго учитываться в организации, содержании, методике проведения самостоятельных занятий. Подбор физических упражнений, их характер и интенсивность должны соответствовать физической подготовленности, возрасту, индивидуальным возможностям студенток. Необходимо исключать случаи форсирования

тренировок для того, чтобы быстро достичь высоких результатов. Разминку следует проводить более тщательно и более продолжительно, чем при занятиях мужчин. Рекомендуется остерегаться резких сотрясений, мгновенных напряжений и усилий, например, при занятиях прыжками и в упражнениях с отягощением. Полезны упражнения, в положении сидя, и лежа на спине с подниманием, отведением, приведением и круговыми движениями ног, с подниманием ног и таза до положения «березка», различного рода приседания.

Даже для хорошо физически подготовленных студенток рекомендуется исключить упражнения, вызывающие повышение внутрибрюшного давления и затрудняющие деятельность органов брюшной полости и малого таза. К таким упражнениям относятся прыжки в глубину, поднимание больших тяжестей и другие, сопровождающиеся задержкой дыхания и натуживанием.

При выполнении упражнений на силу и быстроту движений следует более постепенно увеличивать тренировочную нагрузку, более плавно доводить ее до оптимальных пределов, чем при занятиях мужчин.

Упражнения с отягощениями применяются с небольшими весами, сериями по 8-12 движений с вовлечением в работу различных мышечных групп. В интервалах между сериями выполняются упражнения на расслабление с глубоким дыханием и другие упражнения, обеспечивающие активный отдых.

Функциональные возможности аппарата кровообращения и дыхания у девушек и женщин значительно ниже, чем у юношей и мужчин, поэтому нагрузка на выносливость для девушек и женщин должна быть меньше по объему и повышаться на более продолжительном отрезке времени.

Женщинам при занятиях физическими упражнениями и спортом следует особенно внимательно осуществлять самоконтроль. Необходимо наблюдать за влиянием занятий на течение овариально-менструального цикла и характер его изменения. Во всех случаях неблагоприятных отклонений необходимо обращаться к врачу.

Женщинам противопоказаны физические нагрузки, спортивная тренировка и участие в спортивных соревнованиях в период беременности. После родов к

занятиям физическими упражнениями и спортом рекомендуется приступать не ранее чем через 8-10 месяцев.

## 1.2. Самоконтроль занимающихся за состоянием своего организма

Данные самоконтроля записываются в дневник, они помогают контролировать и регулировать правильность подбора средств, методику проведения учебно-тренировочных занятий. У отдельных занимающихся количество показателей самоконтроля в дневнике и порядок записи могут быть различными, но одинаково важно для всех правильно оценивать отдельные показатели, лаконично фиксировать их в дневнике.

В дневнике самоконтроля рекомендуется регулярно регистрировать:

- субъективные данные (самочувствие, сон, аппетит, болевые ощущения);
- объективные данные (частота сердечных сокращений (ЧСС), масса тела, тренировочные нагрузки, нарушения режима, спортивные результаты).

Субъективные данные:

Самочувствие - отмечается как хорошее, удовлетворительное или плохое.

При плохом самочувствии фиксируется характер необычных ощущений.

Сон - отмечается продолжительность и глубина сна, его нарушения (трудное засыпание, беспокойный сон, бессонница, недосыпание и др.).

Аппетит - Отмечается как хороший, удовлетворительный, пониженный и плохой. Различные отклонения состояния здоровья быстро отражаются, поэтому его ухудшение, как правило, является результатом переутомления или заболевания.

Болевые ощущения - фиксируются по месту их локализации, характеру (острые, тупые, режущие и т.п.) и силе проявления.

Объективные данные:

ЧСС – важный показатель состояния организма. Его рекомендуется подсчитывать регулярно, в одно и то же время суток, в покое. Лучше всего утром, лежа, после пробуждения, а также до тренировки (за 3-5 мин) и сразу после спортивной тренировки.

Нормальными считаются следующие показатели ЧСС в покое:

- мужчины (тренированные/не тренированные) 50-60/70-80;
- женщины (тренированные/не тренированные) 60-70/75-85.

С увеличением тренированности ЧСС понижается.

Интенсивность физической нагрузки также определяться по ЧСС, которая измеряется сразу после выполнения упражнений.

При занятиях физическими упражнениями рекомендуется придерживаться следующей градации интенсивности:

- малая интенсивность – ЧСС до 130 уд/мин. При этой интенсивности эффективного воспитания выносливости не происходит, однако создаются предпосылки для этого, расширяется сеть кровеносных сосудов в скелетных мышцах и в сердечной мышце (целесообразно применять при выполнении разминки);

- средняя интенсивность от 130 до 150 уд/мин.;

- большая интенсивность – ЧСС от 150 до 180 уд/мин. В этой тренировочной зоне интенсивности к аэробным механизмам подключаются анаэробные механизмы энергообеспечения, когда энергия образуется при распаде энергетических веществ в условиях недостатка кислорода;

- предельная интенсивность – ЧСС 180 уд/мин. и больше. В этой зоне интенсивности совершенствуются анаэробные механизмы энергообеспечения.

Существенным моментом при использовании ЧСС для дозирования нагрузки является ее зависимость от возраста.

Известно, что по мере старения уменьшается возможность усиления сердечной деятельности за счет учащения сокращения сердца во время мышечной работы. Оптимальную ЧСС с учетом возраста при продолжительных упражнениях можно определить по формулам:

- для начинающих: ЧСС (оптимальная) = 170 – возраст (в годах)
- для занимающихся регулярно в течении 1-2 лет:
- ЧСС (оптимальная) = 180 – возраст (в годах)

Зависимость максимальной величины ЧСС от возраста при тренировке на выносливость можно определить по формуле:

- ЧСС (максимальная) = 220 – возраст (в годах)

Например, для занимающихся в возрасте 18 лет максимальная ЧСС будет равна  $220-18=202$  уд/мин.

Важным показателем приспособленности организма к нагрузкам является скорость восстановления ЧСС сразу после окончания нагрузки. Для этого определяется ЧСС в первые 10 секунд после окончания нагрузки, пересчитывается на 1 мин. и принимается за 100%. Хорошей реакцией восстановления считается:

- снижение через 1 мин. на 20%;
- через 3 мин. – на 30%;
- через 5 мин. – на 50%,
- через 10 мин. – на 70 – 75%. (отдых в виде медленной ходьбы).

Масса тела должна определяться периодически (1-2 раза в месяц) утром натощак, на одних и тех же весах. В первом периоде тренировки масса обычно снижается, а затем стабилизируется и в дальнейшем за счет прироста мышечной массы несколько увеличивается. При резком снижении массы тела следует обратиться к врачу.

Тренировочные нагрузки в дневник самоконтроля записываются коротко, вместе с другими показателями самоконтроля они дают возможность объяснить различные отклонения в состоянии организма.

Спортивные результаты показывают, правильно ли применяются средства и методы тренировочных занятий. Их анализ может выявить дополнительные резервы для роста физической подготовленности и спортивного мастерства.

В процессе занятий физическими упражнениями рекомендуется периодически оценивать уровень своего физического развития и физической (функциональной) подготовленности.

#### 1.2.1. Оценка физического развития

Проводится с помощью антропометрических измерений: рост стоя и сидя, масса тела, окружность грудной клетки, жизненная емкость легких (ЖЁЛ) и сила кисти сильнейшей руки, которые дают возможность определить:

- уровень и особенности физического развития;
- степень его соответствия полу и возрасту;
- имеющиеся отклонения;
- улучшение физического развития под воздействием занятий физическими упражнениями.

Применяются следующие антропометрические индексы:

- Весо-ростовой показатель
- ВРП= масса тела (грамм.)/длина тела (см.)

Хорошая оценка:

- для женщин 360-405 г/см.;
- для мужчин 380-415 г/см.

Индекс Брока

Оптимальная масса тела для людей ростом от 155 до 165 см. равна длине тела в сантиметрах минус 100. При росте 165-175 см. вычитают 105, при росте более 175 см. – 110.

Силовой показатель (СП)

Показывает соотношение между массой тела и мышечной силой. Обычно, чем больше мышечная масса, тем больше сила. Силовой показатель определяется по формуле и выражается в процентах:

$$\frac{\text{сила (кг)}}{\text{общая масса тела (кг)}} \times 100$$

Для сильнейшей руки:

- для мужчин - 65-80%
- для женщин - 48-50%.

### 1.2.2. Оценка функционального состояния (подготовленности)

Определение резервных возможностей организма

Осуществляется с помощью физиологических проб сердечно-сосудистой (ССС) и дыхательной (ДС) систем.

Общие требования:

1. Проводить в одно и то же время суток.
2. Не ранее чем через 2 часа после приема пищи.
3. При температуре 18-20 градусов, влажности менее 60%.

#### Функциональная проба с приседанием

Проверяемый отдыхает стоя 3 мин., на 4-й мин. подсчитывается ЧСС за 15 с. с пересчетом на 1 мин. (исходная частота). Далее выполняется 20 приседаний за 40 с., поднимая руки вперед. Сразу после приседаний подсчитывается ЧСС в течение первых 15 с. с пересчетом на 1 мин. Определяется увеличение ЧСС после приседаний сравнительно с исходной в процентах.

#### Оценка:

- отлично – до 20%;
- хорошо – 20-40%;
- удовлетворительно – 40-65%;
- плохо – 66-75%;
- более 75%.

#### Ортостатическая проба

Применяется для оценки сосудистого тонуса.

Отдых 5 минут в положении лежа, подсчитывают ЧСС в положении лежа за 1 мин. (исходная ЧСС), после чего занимающийся встает, и снова подсчитывает пульс за 1 мин.

#### Оценка:

- «хорошо» - не более 11 ударов (чем меньше разница, тем лучше);
- «удовлетворительно» - от 12 до 18 ударов (потливость);
- «неудовлетворительно» - более 19 ударов (потливость, шум в ушах).

Проба Штанге (задержка дыхания на вдохе),

проба Генча (задержка дыхания на вдохе)

Оценивается устойчивость организма к недостатку кислорода, а также общий уровень тренированности.

После 5 мин. отдыха сидя, сделать 2-3 глубоких вдоха и выдоха, затем сделать полный вдох (выдох) и задержать дыхание. Отмечается время от момента задержания дыхания до ее прекращения.

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	90 сек	80 сек
Хорошо	80-89 сек	70-79 сек
Удовлетворительно	50-79 сек	40-69 сек
Неудовлетворительно	50 и ниже	40 и ниже

#### Проба Генча

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	45 сек	35 сек
Хорошо	40-44 сек	30-34 сек
Удовлетворительно	30-39 сек	20-29 сек
Неудовлетворитель но	30 и ниже	20 и ниже

С нарастанием тренированности время задержания дыхания возрастает, при снижении или отсутствии тренированности – снижается.

Самоконтроль прививает занимающимся грамотное и осмысленное отношение к своему здоровью и к знаниям физической культурой и спортом, имеет большое воспитательное значение.

## 2. Другие виды самостоятельной работы

### 2.1. Самостоятельная подготовка к сдаче обязательных тестов оценки общей физической подготовленности

#### 2.1.1 Тест на скоростно-силовую подготовленность (бег на 100 метров)

Нормативы:

- у студенток нормативы в беге на 100 метров следующие: 15,7 сек - 5 очков; 16,0 - 4; 17,0 -3; 17,9 - 2; 18,7 - 1.



- студенты должны показать результаты в следующих пределах: 13,2 сек - 5 очков; 13,8 - 4; 14,0 - 3; 14,3 - 2; 14,6 - 1.

### 2.1.2. Техника выполнения упражнения

При анализе бега на 100 м. принято выделять следующие основные фазы:

- старт и стартовый разгон;
- бег по дистанции;
- финиширование.

#### Старт и стартовый разгон

Существует два вида старта: низкий и высокий. Экспериментальные данные показывают, что новичкам и спортсменам 2-го разряда лучше применять высокий старт. Такая закономерность наблюдается до результата 11,4-11,6 с. и объясняется технической сложностью низкого старта. Поэтому следует ограничиться только овладением техникой высокого старта.

По команде «На старт» занимающийся подходит к стартовой линии, ставит сильнейшую (толчковую ногу) вплотную к линии, маховая нога располагается на 1,5-2 стопы назад на носок, расстояние между ними 15-20 см. Туловище выпрямлено, руки опущены, вес тела распределяется равномерно на обе ноги.

По команде «Внимание» вес тела переносится на впереди согнутую стоящую ногу, разноименная рука вперед. Проекция плеч находится за стартовой линией на расстоянии 5-8 см. Взгляд направлен вперед - вниз.

По команде «Марш» бегун мощно разгибает толчковую ногу и стремится максимально быстро вынести маховую ногу вперед с постановкой ее сверху вниз на дорожку. Руки работают максимально активно, плечевой пояс не закрепощен, кисти расслаблены. Стартовый разгон характеризуется постепенным увеличением длины шагов, уменьшением наклона туловища и приближением стоп к средней линии.

#### Бег по дистанции

Перед бегущим стоит задача удержать развитую горизонтальную скорость до финиша. Этому будет способствовать сохранение длины и частоты шагов.

Во время бега маховая нога ставится с носка спереди проекции общего центра тяжести тела (ОЦТТ) сверху вниз. Взаимодействие маховой ноги с грунтом называется передним толчком. Задний толчок выполняется мощным разгибанием бедра и сгибанием стопы. Голова держится прямо. Руки согнуты (угол сгибания в локтевых суставах примерно 90 град.).

При движении руки вперед кисть поднимается до уровня плеч. Назад рука отводится до «отказа» и угол сгибания в локтевом суставе увеличивается. Пальцы рук слегка согнуты.

#### Финиширование

Наклон туловища увеличивается. На последних метрах дистанции необходимо стремиться не потерять свободы движений и пробегать финиш без снижения скорости.

#### 2.1.3. Методы самостоятельной тренировки

- Повторный метод - повторное выполнение упражнений с около-предельной и предельной скоростью. Отдых продолжается до восстановления. Упражнения повторяются до тех пор, пока скорость не начнет снижаться.

- Переменный метод - когда пробегаются дистанции, например, с варьированием скорости и ускорения. Цель - исключить стабилизацию скорости («скоростной барьер»).

- Соревновательный метод - предполагает выполнение упражнений на быстроту в условиях соревнований. Эмоциональный подъем на соревнованиях способствует мобилизации на максимальные проявления быстроты, позволяет выйти на новый рубеж скорости.

#### 2.1.4. Средства тренировки быстроты

Частоту движений, а вместе с ней и быстроту циклических движений развивают с помощью упражнений, которые можно выполнять с максимальной скоростью, а также с помощью скоростно-силовых упражнений для ациклических движений. При этом упражнения должны отвечать следующим требованиям:

- техника упражнений должна обеспечивать выполнение движений на предельных скоростях;

- упражнения должны быть хорошо освоены, чтобы не требовалось волевого усилия для их выполнения;

- продолжительность упражнений должна быть такой, чтобы скорость не снижалась вследствие утомления - 20-22 с.

Основным средством отработки бега по дистанции является бег с максимальной скоростью. Такой бег выполняется 5-6 раз по 30-40 метров. В тренировке можно чередовать бег в обычных, облегченных (с горки, угол 4-5 град.) и затрудненных (в горку или с сопротивлением) условиях.

Для развития скоростной выносливости рекомендуется пробегать большую дистанцию (120-150 м), когда очередная пробежка начинается при пульсе 120 уд/мин.

Для тренировки в беге на 100 метров следует использовать кроссы (6 км, 30 мин), повторный бег на отрезках 200 м в 3/4 силы. Спортивные игры (баскетбол, футбол) также приносят пользу в развитии быстроты.

Можно рекомендовать и упрощенную методику, обеспечивающую минимально необходимый уровень подготовленности:

- повторный метод - в одном занятии 3-4 пробегания по 20-30 метров с максимальной скоростью и интервалами отдыха для восстановления пульса до 110-120 уд/мин;

- переменный метод - пробегание 2-х отрезков по 30 метров с максимальной скоростью и последующим переходом на спокойный бег 150--200 метров. Выполняется 3-4 подхода.

Для ощутимого сдвига в подготовленности такие тренировки рекомендуется проводить 3-4 раза в неделю.

#### 2.1.5. Подготовка и сдача контрольного норматива

При подготовке к сдаче бега на 100 метров следует учитывать общие требования по питанию при занятиях физическими упражнениями:

1. По времени - прием пищи не менее чем за 2-3 часа.

2. По составу - не есть тяжелой пищи (мясо, яйца, масло, молочные продукты, жирную, долго перевариваемую пищу).

Не рекомендуется выходить на старт с переполненным желудком.

Непосредственно перед сдачей норматива необходимо провести разминку с использованием специальных упражнений:

1. Бег с высоким подниманием бедра.
2. Бег с «захлестыванием» голени назад.
3. Семенящий бег.
4. Прыжки с ноги на ногу (шаги).
5. Бег в упоре стоя у гимнастической стенки.
6. Бег с ускорением с высокого старта с подачей стартовых команд (2-3 ускорения по 10-15 метров).

Разминка заканчивается за 10 минут до старта.

Непосредственно перед стартом нельзя отдыхать лежа, сидя, необходимо постоянно находиться в движении (прохаживаться, выполнять упражнения на растяжку). Частота сердечных сокращений непосредственно перед стартом должна быть 110 – 120 уд/мин.

Психологическая подготовка заключается в мысленном «прокручивании» в голове этапов преодоления дистанции: старта, стартового разбега, бега по дистанции, финиширования с концентрацией внимания на технике выполнения каждого этапа.

При выполнении теста не разрешается:

- наступать на линию старта (стартовая линия входит в дистанцию);
- перебегать на соседние дорожки.

## 2.2. Тест на силовую подготовленность для женщин

(поднимание (сед) и опускание туловища из положения лежа, ноги закреплены, руки за головой)

Нормативы: 60 раз - 5 очков, 50 - 4, 40 - 3, 30 - 2, 20 - 1.

Это упражнение используется для оценки развития мышц живота (брюшного пресса).

О мышцах брюшного пресса следует сказать особо. Эта группа мышц участвует в большинстве движений. Она создает хороший «мышечный корсет»,

охватывающий брюшную полость и способствующий нормальному функционированию внутренних органов, что положительно влияет на состояние здоровья.

#### 2.2.1. Техника выполнения упражнения

И.п. (исходное положение) – лежа на спине, ноги согнуты в коленях, стопы прижаты к полу, руки в замок за головой, локти разведены.

Это силовое упражнение состоит из 4-х фаз:

- поднятие туловища;
- фиксация его в вертикальном положении;
- опускание;
- пауза в горизонтальном положении.

Голова держится прямо, локти в стороны, дыхание ритмично.

2.3. Тест на силовую подготовленность для мужчин (подтягивание на перекладине)

Учебной программой по физической культуре предусмотрено тестирование студентов для определения уровня их силового развития. Нормативы следующие: 15 раз - 5 очков, 12 - 4, 9 - 3, 7 - 2, 5 - 1;

#### 2.3.1. Техника выполнения упражнения

Каждый цикл подтягивания в висе на перекладине включает:

- исходное положение - вис на вытянутых руках хватом сверху (большими пальцами внутрь);
- подъем до пересечения подбородком линии перекладины;
- опускание в исходное положение.

При выполнении теста разрешается сгибание, разведение ног, запрещаются рывковые движения туловищем и руками, хлестовые движения ногами. Выполнение засчитывается только при полном выпрямлении рук в локтевых суставах.

Наиболее экономично подтягивание при хвате рук на ширине плеч. Если кисти рук расположены ближе друг к другу, то положение тела становится менее устойчивым и отклонения придется компенсировать за счет дополнительных

мышечных усилий, что будет увеличивать энергозатраты и снижать результат. Возрастают энергозатраты и при широком хвате (шире плеч). Это связано с тем, что для фиксации лопаток при широком хвате требуется большая, чем при хвате на ширине плеч, сила мышц, приближающих лопатки к позвоночному столбу.

Опускание в вис (в исходное положение) после подтягивания должно выполняться спокойно. Дыхание не задерживается.

### 2.3.2. Методы развития силы

На практике распространены следующие методы силовой подготовки:

- метод максимальных усилий;
- метод повторных усилий;
- метод динамических усилий.

Согласно методу максимальных усилий выполнение упражнений организуется таким образом, чтобы занимающийся смог подтянуться 1-3 раза в одном подходе (при условии, что он способен самостоятельно подтянуться как минимум 2-3 раза). Такое достигается за счет применения дополнительного внешнего отягощения. Делается 5-6 подходов с перерывами 2-4 минуты.

По методу повторных усилий подтягивания в одном подходе выполняются до «отказа». Если занимающийся имеет максимальный индивидуальный показатель 10-15 подтягиваний и более, то следует применять отягощение весом 30-70% от максимального. Например, занимающийся может подтянуться 1 раз с максимальным отягощением 10 кг. Значит, для тренировки по методу повторных усилий следует подобрать вес отягощения 3-7 кг. Выполняется 3-6 подходов с отдыхом между ними 2-4 мин.

Разнообразить упражнения можно, применяя метод динамических усилий. Если занимающийся легко выполняет 10-15 подтягиваний, то следует применять отягощения до 30% от максимального. В одном подходе 10-15 повторений. Темп - максимально быстрый. Всего 3-6 подходов. Во время отдыха следует добиваться наиболее полного восстановления, чтобы в следующем подходе выполнить упражнение без существенной потери скорости.

Сравнивая динамический и статический методы развития силы, необходимо отметить следующее:

- При динамическом режиме работы мышц происходит достаточное кровоснабжение. Мышца функционирует как насос - при расслаблении наполняется кровью и получает кислород и питательные вещества.

- Во время статического усилия мышца постоянно напряжена и непрерывно давит на кровеносные сосуды. В результате она не получает кислород и питательные вещества. Это ограничивает продолжительность работы мышц.

#### 2.4. Тест на общую выносливость - бег 2000 и 3000 метров

Нормативы:

- студентки - бег 2000 метров - 10 мин.15 сек. - 5 очков; 10.50 - 4; 11.15 - 3; 11.50 - 2; 12.15 - 1;

- студенты - бег 3000 метров - 12.00 - 5; 12.35 - 4; 13.10 - 3; 13.50 - 2; 14.00 - 1.

##### 2.4.1. Техника бега на длинные дистанции

Бег на средние и длинные дистанции начинается с высокого старта. По команде «На старт!» бегун ставит у линии более сильную ногу, а другую отставляет назад на носок (на 30 – 50 см), немного сгибает ноги, туловище наклоняет вперед и тяжесть тела переносит на впереди стоящую ногу. По команде «Марш!» бегун начинает бег, делая первые шаги в большом наклоне, который постепенно уменьшается. Длина шагов увеличивается, бег ускоряется, бегун набирает скорость и в короткое время переходит к свободному бегу на дистанции. Бег на дистанции. Во время бега на дистанции туловище вертикально или слегка наклонено вперед (5-7°). Небольшой наклон туловища вперед позволяет лучше использовать силы отталкивания и быстрее продвигаться вперед. Слишком большой наклон приводит к «падающему» бегу, при котором труднее выносить вперед согнутую ногу, в связи с чем уменьшается длина шага, а следовательно, и скорость бега. Кроме того, при большом наклоне постоянно напряжены мышцы, удерживающие туловище от увеличивающегося наклона. Отсутствие наклона ухудшает условия отталкивания, однако улучшает возможность выноса вперед

согнутой в коленном суставе свободной ноги. При правильном положении туловища создаются благоприятные условия для работы мышц и внутренних органов. Наклон туловища у бегунов изменяется в пределах 2-3°: увеличивается к моменту отталкивания и уменьшается в полетной фазе. Положение головы существенно влияет на положение туловища. Надо держать голову прямо и смотреть вперед. В фазе отталкивания таз подается вперед, что является важной особенностью техники бега на длинные дистанции и позволяет полностью использовать силу реакции опоры. В технике бега на длинные дистанции важнее всего движения ног. Нога, немного согнутая, ставится на грунт упруго и эластично с передней части стопы, а затем касается его всей стопой. Постановка ноги на переднюю часть стопы позволяет эффективнее использовать эластические свойства мышц голени, активно участвующие в отталкивании. Следы стоп на дорожке у бегунов находятся на одной линии, носки почти не разворачиваются в стороны. Эффективное отталкивание характеризуется выпрямлением ноги во всех суставах. Угол отталкивания в беге на средние дистанции примерно равен 50-55°. При правильном отталкивании таз подан вперед, голень маховой согнутой ноги параллельна бедру толчковой ноги. Быстрый вынос маховой ноги вперед облегчает отталкивание. Бегуны на длинные дистанции меньше поднимают бедро маховой ноги вверх, чем бегуны на средние и короткие дистанции. Длина шага на длинные дистанции не постоянна даже у одних и тех же бегунов. Колебания зависят от наступившего утомления, неравномерности пробегания отдельных участков дистанции, качества беговой дорожки, ветра и состояния бегуна. Обычно шаг с сильнейшей ноги на несколько сантиметров больше, чем шаг со слабой ноги. Длина шага равна 160 – 215 см. Повышение скорости бега за счет увеличения длины шага ограничено, так как слишком длинный шаг требует очень больших затрат сил. Кроме того, длина шага в основном зависит от индивидуальных данных бегуна. Поэтому скорость бега повышают за счет увеличения частоты шагов, которая зависит от тренированности бегуна. Движения плечевого пояса и рук связаны с движениями ног. Выполнять их надо легко, не напряженно. Это во многом зависит от умения расслаблять мышцы



плечевого пояса. Движения рук помогают бегуну сохранять равновесие тела во время бега. Амплитуда движения рук зависит от скорости бега. Кисти при движении вперед не пересекают средней линии тела и поднимаются примерно до уровня ключицы. При движении рук назад кисти доходят до задней линии туловища (если смотреть на бегуна сбоку). Руки двигаются маятникообразно, пальцы рук свободно сложены, предплечья не напряжены, плечи не поднимаются вверх. При финишировании, длина которого зависит от дистанции и оставшихся сил бегуна, движения руками делаются быстрее, наклон тела увеличивается, а угол отталкивания уменьшается. Спортсмен переходит на скоростной бег, при котором скорость повышается главным образом за счет увеличения частоты шагов. К концу дистанции вследствие утомления некоторые бегуны наклоняют туловище назад. Такое положение туловища не способствует эффективности бега, так как усилия отталкивания направляются больше вверх. Техника бега на вираже имеет некоторые особенности: туловище немного наклонено влево, к бровке, правая рука движется несколько размашистей левой, причем правый локоть дальше отводится в сторону, а правая стопа ставится с некоторым поворотом внутрь. Ритм дыхания зависит от индивидуальных особенностей и скорости бега (с увеличением скорости бега увеличивается и частота дыхания). Бегун не должен задерживать дыхание. Дышать следует одновременно через нос и полуоткрытый рот, при этом важно следить за полным выдохом.

#### 2.4.3. Возможные ошибки и осложнения в ходе проведения самостоятельных тренировок

В некоторых случаях тренировка может стать причиной различных осложнений, включая травмы опорно-двигательного аппарата.

Основная причина травматизма опорно-двигательного аппарата - перенапряжение. Слишком быстрое увеличение тренировочных нагрузок является чрезмерным для детренированных мышц, связок и суставов. К дополнительным факторам, способствующим повреждению опорно-двигательного аппарата, можно отнести:

- бег по твердому грунту;

- избыточную массу тела;
- обувь, не пригодную для бега;
- грубые ошибки в технике.

Следовательно, меры по профилактике травм должны быть направлены на устранение или ослабление воздействия этих факторов:

- Во время кроссового бега часто болит в правом боку (печень), либо в левом боку (селезенка). Печень важный орган в жизнедеятельности нашего организма (синтез жиров и углеводов, обмен белков и витаминов) является кровяным депо. Так вот в результате переполнения кровью печени возникают колики. Глубокое дыхание снижает приток крови к правому предсердию, уменьшает болевые ощущения. Бег не надо прекращать, необходимо снизить скорость передвижения и стараться дышать глубже.

- В процессе тренировок после значительного перерыва (отдыха) или при резком увеличении нагрузок могут появляться боли в мышцах, как правило, на другой день. Во время физической работы в организме образуются продукты распада, часть которых выводится из организма через мочевыделительную систему, а другая часть, в том числе, молочная кислота задерживается в мышечных тканях. Чтобы избавиться от нее, необходимо мышцу непосредственно после физической нагрузки заставить растянуться (с помощью упражнений на растяжение), а на следующий день выполнять какую-либо физическую работу, т.е. сокращаться. Эти меры помогут ускорить вывод молочной кислоты из мышц. Боли могут длиться несколько дней и если не предпринимать никаких мер, мышца теряет эластичность, становится твердой. В этом случае могут помочь: массаж, банные процедуры, применение согревающих мазей и гелей.

- При выполнении напряженной физической работы длительное время, например, кроссовый бег, возникают такие состояния, которые получили название «мертвая точка» и «второе дыхание». Уже через некоторое время бега в организме начинаются изменения, которые заставляют нас прекратить мышечную деятельность. Такое временное снижение работоспособности получило название

«мертвая точка». Механизм возникновения такого состояния недостаточно изучен. Предполагают, что он обусловлен временным нарушением деятельности скелетных мышц и органов, обеспечивающих доставку кислорода в организм. Эти нарушения приводят к изменениям в работе нервных центров, что, в свою очередь, приводит к нарушениям в работе отдельных физиологических систем. Время возникновения и продолжительность этого состояния зависит от многих факторов, в частности от длительности и интенсивности физической нагрузки (например, при беге на 5-10 км и более возникает через 5-6 мин бега), от тренированности. Чем лучше тренирован человек, тем позже возникает это состояние и протекает менее тяжело (почти незаметно). Преодоление этого состояния требует значительного волевого усилия. В процессе проведения учебных и тренировочных занятий необходимо приучать себя преодолевать это неприятное ощущение, возникающее при кислородной недостаточности и накоплении продуктов кислотного распада при обмене веществ. Наступлению «второго дыхания» способствуют усиленные дыхательные упражнения, глубокие выдохи, освобождающие организм от накопившейся углекислоты, что способствует наступлению кислотно-щелочного баланса в организме. Преодолеть состояние «мертвой точки» можно, если снизить интенсивность физической нагрузки, но это нежелательно, т.к. не будет адаптации организма к такого рода деятельности.

- При занятиях физическими упражнениями могут возникнуть отклонения в деятельности сердца - учащенное сердцебиение. Оно может быть следствием стенокардии, ссоры, неурядицы в быту, семье, боязни, страха, дистрофий миокарда. Возникновение болей - сигнал опасности, в этих случаях необходимо прекратить занятия и обратиться к врачу.

- Существует состояние, называемое гравитационным шоком. Часто возникает при внезапной остановке после относительно интенсивного бега (чаще после финиша) в связи с прекращением действия «мышечного насоса». Большая масса крови застаивается в раскрытых капиллярах и венах мышц нижних конечностей, на периферии. Возникает анемия (обескровливание) мозга,

недостаточное снабжение его кислородом. Появляется резкое побледнение, слабость, головокружение, тошнота, потеря сознания, исчезновение пульса. Пострадавшего необходимо уложить на спину, поднять вверх ноги (выше головы), обеспечив отток венозной крови к сердцу, улучшив снабжение головного мозга кислородом, поднести к носу ватку смоченную нашатырным спиртом. Основная профилактика гравитационного шока - исключение внезапной остановки, постепенное замедление бега.

- Гипогликемическое состояние - следствие недостаточного количества в организме сахара, нарушение углеводного обмена в результате длительной физической нагрузки. Ощущается сильный голод, головокружение, иногда потеря сознания. Профилактика – легко усваиваемые углеводы до начала длительной физической нагрузки (немного сахара, меда и т.п.) или специальные питательные смеси.

- Солнечный и тепловой удары - возникают при длительной работе под действием солнечных лучей на обнаженную голову или тело. Тепловой удар - остро развивающееся болезненное состояние, обусловленное перегреванием организма. Его признаками являются: усталость, головная боль, слабость, боли в ногах, спине, тошнота, шум в ушах, повышение температуры, потемнение в глазах, ухудшение дыхания (прерывистое), потеря сознания.

Первая помощь: пострадавшего поместить в прохладное место, снять одежду, приподнять голову, охладить область сердца (холодный компресс), напоить. Дать понюхать нашатырный спирт, сердечные средства. При нарушении дыхания сделать искусственное дыхание.

При обморожениях на охлажденном участке вначале чувствуется легкое пощипывание, затем чувствительность теряется. Особенно поддаются ему пальцы рук, ног, нос, уши. Если произошло обморожение нельзя растирать пораженные места снегом, это только повредит кожу. Необходимо поместить обмороженный участок в тепло не растирать, а согревать при комнатной температуре. Обмороженные места смазать жиром (вазелином).

### **3. Актуальность задачи повышения уровня готовности обучающихся к зачетным занятиям, на основе управляемой адаптации к смене видов учебно-познавательной деятельности**

Выполнение контрольных нормативов требует от студента мобилизации всех своих сил и здесь следует принимать во внимание и учитывать все что может повлиять на конечный результат, в том числе характер учебно-познавательной деятельности, предшествующий зачетному занятию.

В течение учебного дня, занимаясь то одним видом учебно-познавательной деятельности, то другим, обучающиеся должны переключаться с выполнения одного вида задач на другой, и каждый раз проходит какое-то время, пока будет достигнуто оптимальное соответствие состояния личности и организма обучающегося к условиям проведения определенного вида учебно-познавательной деятельности – период адаптации.

Можно говорить о том, что к каждому учебному занятию кроме практической и теоретической подготовленности, определенного уровня умений и навыков по предмету, от студентов требуется некоторая психофизиологическая и физическая готовность. В этом случае под ней подразумевается готовность психических, физиологических и обеспечивающих двигательные действия систем человека к выполнению определенного рода учебно-познавательной деятельности.

Многообразие видов учебно-познавательной деятельности определяет многообразие психофизиологических и физических состояний обучающихся. Под психофизиологическим и физическим состоянием предлагается понимать целостные психофизиологические и физические реакции обучаемого на внешние и внутренние факторы, направленные на достижение полезного результата.

Параметром психофизиологического и физического состояния является величина, характеризующая какую-либо из реакций организма обучаемого на внешние или внутренние факторы.

Уровень психофизиологической и физической готовности к предстоящему занятию, зависит от индивидуальных особенностей личности обучаемого и

определенных внешних факторов, воздействующих на него на предыдущем занятии. Эти факторы можно разделить на три вида:

- санитарно-гигиенические условия;
- временные условия;
- организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности.

К санитарно-гигиеническим условиям относятся температура и влажность воздуха, освещенность, содержание кислорода в воздухе, эргономичность учебных мест, запыленность, загазованность места проведения занятия. К временным условиям относятся: время дня, день недели, месяц семестра, время года, а также время, прошедшее после последнего приема пищи.

Вышеперечисленные факторы оказывают существенное влияние на психофизиологическую и физическую готовность. Второй фактор заставляет учитывать объективные закономерности колебания уровня работоспособности студентов в течение учебного дня, учебной недели, семестра. Как известно, в течение учебного дня объективно наблюдается два периода подъема работоспособности: один в первой половине дня, второй – в послеобеденное время. Каждому периоду характерны три фазы: вработывание, повышенная работоспособность, снижение работоспособности. В течение недели те же фазы распределяются следующим образом: понедельник, вторник – вработывание; среда, четверг – повышенная работоспособность; пятница, суббота – снижение работоспособности. Исследования показали, что и семестровый цикл разделяется на те же фазы.

Влияние фактора «организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности» в данном случае рассматривается, как влияние особенностей психофизиологической и физической деятельности обучаемых на предыдущем занятии на их психофизиологическую и физическую готовность к последующему виду учебно-познавательной деятельности, в нашем случае к зачету. Психофизиологическая деятельность характеризуется напряженностью и характером мыслительной деятельности, а также нервно-эмоциональной напряженностью учебной деятельности.

Физическая деятельность характеризуется интенсивностью, видом мышечных действий и работой обеспечивающих эту деятельность физиологических систем. Мышечные действия могут носить статический и динамический характер: поддержание рабочей позы «сидя», «стоя», выполнение чертежной, письменной работы, настройка и обслуживание аппаратуры, выполнение гимнастических упражнений и т.п. При этом используются, в той или иной степени, основные физические качества: сила, быстрота, выносливость, ловкость.

Влияние всех вышеперечисленных факторов преломляется через индивидуальные особенности личности, такие как типологические свойства нервной системы и темперамента, возрастные, морфологические, биохимические особенности организма, уровень физической подготовленности, состояние здоровья и другие, выливаясь, в итоге, в психофизиологическую и физическую готовность студента к предстоящему виду учебно-познавательной деятельности.

Следует отметить, что особенно явно эти проблемы проявляются при чередовании занятий по общенаучным, общеинженерным и специальным дисциплинам с практическими занятиями по физической культуре. В этом случае происходит смена видов деятельности, в одном из которых доминирующую роль играет умственная работа с пониженной двигательной активностью и сохранением определенной рабочей позы, в другом – разнообразная активная двигательная деятельность с сопровождающей ее мыслительной работой.

Методика проведения занятий предусматривает проведение вводной (подготовительной) части для организации обучающихся, приведения их в состояние готовности к решению задач основной части, в нашем случае к сдаче контрольного норматива, и заключительной – для подведения итогов, приведения организма в относительно спокойное состояние (для занятий по физической культуре), но при проведении этих частей занятий, как правило, не учитывается характер предыдущей и последующей деятельности студентов. Неучтение этого факта отрицательно влияет на скорость адаптации к виду учебно-познавательной деятельности, что особенно наглядно проявляется при чередовании практических

занятий по физической культуре с занятиями по общеинженерным и специальным дисциплинам.

Складывается противоречие между имеющим место в практике обучения несоответствием уровня психофизиологической и физической готовности обучающихся, объективно складывающейся в ходе проведения предшествующего занятия, видом учебно-познавательной деятельности последующего занятия и неучтением этого факта в общепринятых методиках проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий, в том числе, по дисциплине «физическая культура»

Это противоречие можно устранить, обеспечив управление процессом адаптации студентов к смене видов учебно-познавательной деятельности в ходе проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий.

Для каждой темы занятия по физической культуре в зависимости от педагогической ситуации, складывающейся из контекстной пары - вид предшествующего и вид последующего занятия, можно установить наиболее предпочтительные адаптирующие, предметно-ориентированные варианты проведения подготовительной и заключительной частей, оперативно поддерживающие достаточно высокий уровень психофизиологической и физической готовности при чередовании этих занятий с занятиями по другим дисциплинам.

Видится актуальной задача управления процессом адаптации обучаемых к смене видов учебно-познавательной деятельности с целью сокращения времени вработывания и повышения эффективности как занятий, так и сдачи контрольных нормативов. Для решения этой задачи представляется наиболее целесообразным использовать проведение подготовительной (разминки) и заключительной частей занятий с адаптирующим, предметно-ориентированным содержанием.

В этом случае под управлением адаптацией следует понимать процесс педагогического воздействия с целью установления оптимального соответствия личности обучаемого и условий осуществления учебной деятельности в ходе осуществления им познавательной деятельности, которое позволяет индивидууму



более эффективно удовлетворять актуальные познавательные потребности, и реализовывать связанные с ними значимые цели.

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу С.А. Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

### Б1.О.08 ПСИХОЛОГИЯ КОМАНДНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И САМОРАЗВИТИЯ

Направление подготовки

**20.03.01 Техносферная безопасность**

Направленность (профиль)

**Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности**

Одобрена на заседании кафедры

Рассмотрена методической комиссией

Управления персоналом

Горно-технологического факультета

(название кафедры)

(название факультета)

Зав.кафедрой

Председатель

*Ветош*  
(подпись)

*Н.В. Колчина*  
(подпись)

Ветошкина Т.А.

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

(Фамилия И. О.)

Протокол № 1 от 16.09.2021

Протокол № 2 от 08.10.2021

(Дата)

(Дата)

Екатеринбург

Автор: Полянок О.В., к.пс.н., доцент

## 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. *referre* - 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.

---

<sup>1</sup> Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>

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 обрастает 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 требованиям 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 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.

---

<sup>2</sup> Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5

*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 смысловой и синтаксической 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.

*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.

---

<sup>3</sup> Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. - 368с.

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> - В статье <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> - В статье <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	- Автор <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> - в подтверждение своей точки зрения автор приводит доказательства (аргументы, ряд доказательств, примеры, иллюстрации, данные, результаты наблюдений) ... - Для доказательств своих положений автор описывает <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**

<b>Смысловые части комментария</b>	<b>Используемые языковые средства</b>
Смысловые части комментария	<p>- Автор</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• справедливо указывает ....</li> <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 согласится 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>• дискусивно (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».

4. 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.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного 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-ориентированного 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-ориентированное задание 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-ориентированное заданием.

---

<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/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливаются заранее и предлагают 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 групповой и индивидуальной. 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 объемом 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 изучать 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).

---

<sup>5</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)

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.

## **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

---

<sup>6</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)

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 неусттомительный 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;
- 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 столах и диспутах.

## 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



Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный  
университет»

**О. В. Садырева, И. Г. Коршунов**

**Ф И З И К А**

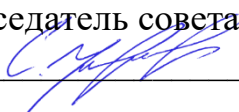
**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ  
ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ**

**Екатеринбург**

**2021**

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО  
Учебно-методическим советом УГГУ

Председатель совета  
  
\_\_\_\_\_ Упоров С.А.

## **ФИЗИКА**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
СТУДЕНТОВ ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

Екатеринбург, 2021



Методические указания рассмотрены на заседании кафедры физики 5 октября 2020 года (протокол № 117) и рекомендованы для издания в УГГУ

ФИЗИКА. Методические указания для самостоятельной работы студентов всех направлений подготовки/Садырева О.В., Коршунов И.Г.; Урал.гос. горный ун-т.–Екатеринбург, 2019.– 29 стр.

Методические указания составлены в соответствии с программами по курсу физики для студентов всех направлений подготовки в УГГУ. Они содержат условия задач для самостоятельной работы, при выполнении контрольных работ студентами по следующим темам курса физики: механика; молекулярная физика и термодинамика; электричество и магнетизм; механические и электромагнитные колебания и волны; волновая и квантовая оптика; квантовая физика и физика атома; элементы ядерной физики. Также в них содержатся методические указания к решению задач, их оформлению, список рекомендуемой литературы и справочные данные, необходимые для решения задач.

## **ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ И ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

1. Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются преподавателем в начале соответствующего семестра.
2. Контрольные работы нужно выполнять чернилами в школьной тетради, на обложке указывается фамилия и инициалы студента, номер группы.
3. Условия задач в контрольной работе необходимо переписать полностью без сокращений. Для замечаний преподавателя на страницах тетради нужно оставлять поля.
4. Если контрольная работа при рецензировании не зачтена, студент обязан представить ее на повторную рецензию, включив в нее те задачи, при решении которых допущены ошибки.
5. При решении задач необходимо пользоваться следующей схемой:
  - Внимательно прочитать условие задачи.
  - Выписать столбиком все величины, входящие в условие, и выразить их в одних единицах (преимущественно в Международной системе единиц СИ).
  - Если это возможно, представить условие задачи в виде четкого рисунка. Правильно сделанный рисунок – это наполовину решенная задача.
  - Уяснить физическую сущность задачи, установить основные законы и формулы, на которых базируется условие задачи.
  - Если при решении задачи применяется формула, полученная для частного случая, не выражающая какой-нибудь физический закон или не являющаяся определением какой-нибудь физической величины, то ее следует вывести.
  - Если равенства векторные, то их необходимо спроектировать по оси координат и записать в скалярной форме.
  - Решить задачу сначала в общем виде, то есть, в буквенных обозначениях, заданных в условии задачи. При таком способе решения не производятся вычисления промежуточных величин.
  - После получения расчетной формулы для проверки ее правильности следует подставить в правую часть формулы вместо символов величин их размерности, произвести с ними необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица соответствует искомой величине. Если такого соответствия нет, то это означает, что задача решена неверно.

- Подставить в конечную формулу числовые значения, выраженные в единицах СИ. В виде исключения допускается выражать в любых, но одинаковых единицах числовые значения однородных величин, стоящих в числителе и знаменателе дроби и имеющих одинаковые степени.
- При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти. Например, вместо 3520 надо записать  $3,52 \cdot 10^3$ , вместо 0,00129 записать  $1,29 \cdot 10^{-3}$  и т. п.
- Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Как правило, окончательный ответ следует записывать с тремя значащими цифрами. Это относится и к случаю, когда результат получен с применением калькулятора.
- Решение задачи должно сопровождаться краткими, но исчерпывающими пояснениями и комментариями.

## 1. МЕХАНИКА

1. Расстояние между двумя станциями метрополитена 1,5 км. Первую половину этого расстояния поезд проходит равноускоренно, вторую - равнозамедленно с тем же по модулю ускорением. Максимальная скорость поезда 50 км/ч. Найти ускорение и время движения поезда между станциями.
2. Шахтная клеть поднимается со скоростью 12 м/с. После выключения двигателя, двигаясь с отрицательным ускорением  $1,2 \text{ м/с}^2$ , останавливается у верхней приемной площадки. На каком расстоянии от нее находилась клеть в момент выключения двигателя и сколько времени двигалась до остановки?
3. С башни высотой 30 м в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью 10 м/с. Определить уравнение траектории тела, скорость тела в момент падения.
4. Для добывания руды открытым способом произвели взрыв породы. Подъем кусков породы, выброшенных вертикально вверх, длился 5 с. Определить их начальную скорость и высоту подъема.
5. При взрыве серии скважин камень, находящийся на уступе высотой 45 м, получил скорость 100 м/с в горизонтальном направлении. Какова дальность полета камня, сколько времени он будет падать, с какой скоростью упадет на землю?

6. Рассчитать скорость движения и полное ускорение шахтного электровоза в момент времени 5 с, если он движется по криволинейному участку радиусом 15 м. Закон движения электровоза выражается формулой  $S = 800 + 8t - 0,5 t^2$ , м.

7. Во сколько раз тангенциальное ускорение точки, лежащей на ободу вращающегося колеса, больше ее нормального ускорения для того момента времени, когда вектор полного ускорения этой точки составляет угол  $30^\circ$  с вектором ее линейной скорости?

8. Под действием постоянной силы 118 Н вагонетка приобрела скорость 2 м/с, пройдя путь 10 м. Определить силу трения и коэффициент трения, если масса вагонетки 400 кг.

9. В шахте опускается равноускоренно лифт массой 280 кг, в первые 10 с он проходит 35 м. Найти натяжение каната, на котором висит лифт.

10. На горизонтальной платформе шахтной клетки находится груз 60 кг. Определить силу давления груза на платформу: при равномерном подъеме и спуске, при подъеме и спуске с ускорением  $3 \text{ м/с}^2$ , при спуске с ускорением  $9,8 \text{ м/с}^2$ .

11. Тело скользит по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол  $45^\circ$ . Пройдя путь 36,4 см, тело приобретает скорость 2 м/с. Найти коэффициент трения тела о плоскость.

12. Найти закон движения (зависимость пройденного расстояния от времени) куска антрацита при скольжении его с нулевой начальной скоростью по стальному желобу с углом наклона  $30^\circ$ . Коэффициент трения 0,3.

13. Рудничный поезд массой 450 т движется со скоростью 30 км/ч, развивая мощность 150 л. с. (1 л. с. = 736 Вт). Определить коэффициент трения.

14. Определить силу тяги, которую развивает лебедка при подъеме вагонетки массой 2 т с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ , если коэффициент трения 0,03, а угол наклона железнодорожного полотна  $30^\circ$ .

15. Вагонетка скатывается по наклонной горке длиной 5 м. Определить путь, проходимый вагонеткой по горизонтали до остановки, и наибольшую скорость движения, если коэффициент сопротивления 0,0095. Угол наклона  $5^\circ$ .

16. Маховик, приведенный в равноускоренное вращение, сделал 40 полных оборотов, стал вращаться с частотой  $480 \text{ мин}^{-1}$ . Определить угловое ускорение маховика и продолжительность равноускоренного вращения.

17. Ротор шахтного электродвигателя совершает 960 об/мин. После выключения он останавливается через 10с. Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

18. Крутящий момент двигателя электрической лебедки  $1,2 \text{ кН}\cdot\text{м}$ . Для остановки двигателя служат тормозные деревянные колодки, прижимающиеся с двух сторон к тормозному чугунному диску радиусом  $0,6 \text{ м}$ , жестко связанному с ротором двигателя. Найти силу давления, необходимую для остановки ротора, если коэффициент трения равен  $0,5$ .

19. Двигатель мощностью  $3 \text{ кВт}$  за  $12 \text{ с}$  разогнал маховик до  $10 \text{ об/с}$ . Найти момент инерции маховика.

20. Была произведена работа в  $1 \text{ кДж}$ , чтобы из состояния покоя привести маховик во вращение с частотой  $8 \text{ с}^{-1}$ . Какой момент импульса (количества движения) приобрел маховик?

21. Шар и цилиндр имеют одинаковую массу  $5 \text{ кг}$  и катятся со скоростью  $10 \text{ м/с}$  по горизонтальной плоскости. Найти кинетическую энергию этих тел.

22. Какую работу надо произвести, чтобы раскрутить маховик массой  $80 \text{ кг}$  до  $180 \text{ об/мин}$ ? Массу маховика считать равномерно распределенной по ободу с диаметром  $1 \text{ м}$ .

23. Ротор шахтного электродвигателя совершает 960 об/мин. После выключения он останавливается через 10с. Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

24. Шар и сплошной цилиндр катятся по горизонтальной плоскости. Какую часть энергии поступательного движения каждого тела составляет от общей кинетической энергии?

25. Маховик, выполненный в виде диска радиусом  $0,4 \text{ м}$  и имеющий массу  $100 \text{ кг}$ , был раскручен до  $480$  оборотов в минуту и предоставлен самому себе. Под действием трения вала о подшипники маховик остановился через  $80 \text{ с}$ . Определить момент сил трения.

## 2.МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

26. Какой объем занимает 1 кг водорода при давлении 106 Па и температуре 20°C? Молярная масса водорода  $2 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.

27. Для автогенной сварки привезли баллон кислорода вместимостью 100 л. Найти массу кислорода, если его давление 12 МПа и температура 16°C. Молярная масса кислорода  $32 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.

28. Определить среднюю плотность сжатого воздуха в рудничной воздухопроводной сети, если давление воздуха в компрессоре составляет  $7 \cdot 10^5$  Па, а давление у воздухоприемников  $6 \cdot 10^5$  Па. Температура воздуха в начале и конце сети равна 27°C и 7°C. Молярная масса воздуха равна 0,029 кг/моль.

29. Стальной баллон емкостью 25 л наполнен ацетиленом  $C_2 H_2$  при температуре 27° С до давления 20 МПа. Часть ацетилена использовали для автогенной сварки подкрановых путей в шахте. Какая масса ацетилена израсходована, если давление в баллоне при температуре 23°C стало равным 14 МПа ? Молярная масса ацетилена 0,026 кг/моль.

30. Сжатый воздух в баллоне имеет температуру 15°C. Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до 450° С. Взорвется ли баллон, если известно, что при этой температуре он может выдержать давление не более 9,8 МПа? Начальное давление в баллоне 4,8 МПа.

31. Температура взрыва гремучей смеси, то есть температура, до которой нагреты в первый момент газообразные продукты взрыва, достигает в среднем 2600° С, если взрыв происходит внутри замкнутого пространства. Во сколько раз давление при взрыве гремучего газа превосходит давление смеси до взрыва, если последнее равно  $10^5$  Па, а начальная температура 17° С?

32. Компрессор, обеспечивающий работу отбойных молотков в забое, засасывает из атмосферы 100 л воздуха в секунду при давлении 1 атм. Сколько отбойных молотков может работать от этого компрессора, если для каждого молотка необходимо  $100 \text{ см}^3$  воздуха в секунду при давлении 50 атм ?

33. В двигателе Дизеля сжимается адиабатически воздух, в результате чего его температура поднимается, достигая температуры воспламенения нефти 800° С. До какого давления сжимается при этом воздух и во сколько раз уменьшается его объем, если начальное давление 1 атм, начальная температура 80°C,  $\gamma=1,4$ ?

34. Современные вакуумные насосы позволяют понижать давление до  $10^{-15}$  мм рт. ст. Сколько молекул газа содержится в объеме  $1 \text{ см}^3$  при указанном давлении и температуре  $27^\circ \text{C}$  ?
35. Определить средние квадратичные скорости молекул метана  $\text{CH}_4$  до взрыва и после него, если температура до взрыва равна  $20^\circ \text{C}$ , а после него  $2600^\circ \text{C}$ . Молярная масса  $0,016 \text{ кг/моль}$ .
36. Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы кислорода при температуре  $350 \text{ K}$ , а также кинетическую энергию вращательного движения всех молекул, содержащихся в  $4 \text{ г}$  кислорода.
37. Вычислить удельные теплоемкости при постоянном объеме и при постоянном давлении окиси углерода  $\text{CO}$ , принимая этот газ за идеальный.
38. На сжатие азота при постоянном давлении была затрачена работа  $12 \text{ кДж}$ . Найти изменение внутренней энергии и затраченное количество теплоты.
39. Какое количество теплоты для нагревания от  $50^\circ \text{C}$  до  $100^\circ \text{C}$  надо сообщить азоту массой  $28 \text{ г}$ , который находится в цилиндре с подвижным поршнем? Чему равна при этом процессе работа расширения?
40. При адиабатическом процессе расширения внутренняя энергия кислорода уменьшилась на  $8,38 \text{ кДж}$ . Вычислить массу кислорода, если начальная температура его  $47^\circ \text{C}$ , а объем увеличился в  $10$  раз.
41. В двигателе внутреннего сгорания температура газообразных продуктов сгорания поднимается от  $600^\circ \text{C}$  до  $2000^\circ \text{C}$ . Найти количество теплоты, подведенное к  $1 \text{ кг}$  газа при постоянном давлении, изменение его внутренней энергии и совершенную работу, если удельные теплоемкости при постоянных давлении и объеме соответственно равны  $1,25 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$  и  $0,96 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ .
42. Определить мощность на валу компрессора производительностью  $25 \text{ м}^3$  в минуту, работающего на подземную воздушную сеть, если первоначальное давление  $1 \text{ атм}$ , а давление, развиваемое компрессором в конце изотермического сжатия, составляет  $7 \text{ атм}$ .
43. Тепловая машина работает по обратимому циклу Карно. Температура нагревателя  $227^\circ \text{C}$ . Определить термический коэффициент полезного действия цикла и температуру охладителя, если за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, машина совершает работу  $350 \text{ Дж}$ .

44. От идеальной теплосиловой установки, работающей по циклу Карно, отводится еже часно 270 МДж теплоты с помощью холодильника при  $9^{\circ}\text{C}$ . Определить полезную мощность установки, если количество подводимой в час теплоты равно 900 МДж. При какой температуре подводится теплота?

45. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура нагревателя в три раза выше, чем температура холодильника. Нагреватель передал газу 42 кДж теплоты. Какую работу совершил газ?

46. При прямом цикле Карно тепловая машина совершает работу, равную 200 Дж. Температура нагревателя 375 К, холодильника 300 К. Найти количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя.

### 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

47. Вследствие трения о шкив ремень заряжается, причем каждый квадратный метр ремня содержит 0,02 Кл заряда. Ширина ремня 0,3 м, скорость его движения 20 м/с. Какой заряд проходит ежесекундно через любую неподвижную плоскость, перпендикулярную ремню?

48. Определить заряд, емкость и потенциал Земли, считая ее шаром радиусом  $6 \cdot 10^3$  км и зная, что напряженность поля около поверхности равна 100 В/м.

49. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора 6 кВ, заряд каждой пластины 10 нКл. Найти энергию конденсатора и силу взаимного притяжения пластин, если расстояние между ними 2 см.

50. Какое количество теплоты выделится при разрядке плоского конденсатора, если разность потенциалов между пластинами 15 кВ, расстояние 1 мм, диэлектрик слюда ( $\epsilon = 6$ ), площадь каждой пластины  $300 \text{ см}^2$  ?

51. Какую работу надо совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами воздушного конденсатора от 0,03 м до 0,1 м? Площадь пластин  $100 \text{ см}^2$ . Конденсатор подключен к источнику напряжения 220 В.

52. Камнедробилка должна работать под напряжением 100 В, потребляя ток в 40 А. Напряжение на электростанции 120 В, а расстояние до нее 1 км. Определить сечение медных соединительных проводов ( $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом м}$ ).

53. Какой длины надо взять нихромовый проводник диаметром 1,5 мм для изготовления спирали вулканизатора, применяемого при сращивании кабелей, если сопротивление спирали 5,5 Ом, а удельное сопротивление нихрома  $1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом м}$ ?



54. Цена деления прибора  $1,5 \cdot 10^{-5}$  А /дел. Шкала прибора имеет 200 делений, его внутреннее сопротивление 100 Ом. Какие сопротивления нужно подключить к этому прибору и каким образом, чтобы можно было измерять напряжение до 200 В или ток до 4 А?

55. Определить сопротивление медных магистральных проводов при температуре  $30^{\circ}$  С. Расстояние от места расположения проводов до взрывной станции 400 м. Площадь сечения проводов  $0,8 \text{ мм}^2$ ,  $\rho = 0,017(\text{Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м})$ ,  $\alpha = 0,0044 \text{ град}^{-1}$ .

56. ЭДС батареи 12 В, ток короткого замыкания 5 А. Какую наибольшую мощность может дать батарея во внешней цепи?

57. Найти ток короткого замыкания для аккумуляторной батареи, если при токе 5 А она дает во внешнюю цепь мощность 9,5 Вт, а при токе 8 А мощность 14,4 Вт.

58. Ток в проводнике сопротивлением 100 Ом равномерно нарастает от 0 до 10 А в течение 30 с. Чему равно количество теплоты, выделившееся за это время в проводнике?

59. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток 50 А. Найти магнитную индукцию в точке, удаленной на расстояние 5 см от проводника.

60. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи 50 А и 100 А в противоположных направлениях. Расстояние между проводами 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной на 25 см от первого и на 40 см от второго провода.

61. Найти число витков в катушке диаметром 10 см, если магнитная стрелка, помещенная в ее центре, отклонилась от плоскости магнитного меридиана на  $38^{\circ}$  при токе 0,2 А. Горизонтальная составляющая земного магнитного поля  $12,8 \text{ А /м}$ . Плоскость катушки совпадает с плоскостью магнитного меридиана.

62. Определить горизонтальную составляющую напряженности магнитного поля Земли, если обмотка тангенс-буссоли имеет 10 витков радиусом 25 см. При токе 0,64 А стрелка отклоняется на угол  $45^{\circ}$ .

63. Плоский контур площадью  $20 \text{ см}^2$  находится в однородном магнитном поле с индукцией  $0,03 \text{ Тл}$ . Найти магнитный поток, пронизывающий контур, если его плоскость составляет угол  $60^\circ$  с линиями индукции.

64. Электромагнит изготовлен в виде тороида со средним диаметром  $51 \text{ см}$  и вакуумным зазором  $2 \text{ мм}$ . Обмотка тороида равномерно распределена по всей его длине. Во сколько раз уменьшится напряженность магнитного поля в зазоре, если при неизменном токе в обмотке зазор увеличить в три раза? Магнитная проницаемость сердечника тороида  $800$ .

65. Найти напряженность магнитного поля между полюсами электромагнита, если проводник массой  $10 \text{ г}$  и длиной  $1 \text{ м}$  при токе в нем  $19,6 \text{ А}$  висит в поле, не падая.

66. В однородном магнитном поле с индукцией  $0,1 \text{ Тл}$  движется проводник длиной  $10 \text{ см}$  со скоростью  $15 \text{ м/с}$ , направленной перпендикулярно к магнитному полю. Найти ЭДС, индуцированную в проводнике.

67. Обмотка электромагнита содержит  $800$  витков. Площадь сечения сердечника  $15 \text{ см}^2$ , Индукция магнитного поля в сердечнике  $1,4 \text{ Тл}$ . Вычислить величину средней ЭДС, возникающей в обмотке при размыкании тока, если ток уменьшается до нуля в течение  $0,001 \text{ с}$ .

68. На железное кольцо намотано в один слой  $200$  витков провода. Чему равна энергия Магнитного поля, если при токе  $2,5 \text{ А}$  магнитный поток в железе  $0,5 \text{ мВб}$ ?

69. Замкнутый соленоид намотан на немагнитный каркас и содержит  $20$  витков на каждый сантиметр длины. Найти объемную плотность энергии поля при токе  $1 \text{ А}$ .

70. С какой скоростью должен нарастать ток в катушке с числом витков  $800$ , площадью поперечного сечения  $10 \text{ см}^2$ , длиной  $30 \text{ см}$ , чтобы величина ЭДС самоиндукции, возникшей в ней, была равна  $25 \text{ мВ}$ ?

#### **4. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

71. Маятник для гравиметрической съемки за сутки совершил  $57600$  колебаний. Найти ускорение свободного падения, если длина маятника  $0,56 \text{ м}$ .

72. Днище вибролюка, применяемого для погрузки руды в бункер поезда из очистной камеры, совершает гармоническое колебательное движение с

амплитудой 5 мм и частотой  $1500 \text{ мин}^{-1}$ . Написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.

73. Стол питателя, предназначенного для погрузки руды в вагонетки, колеблется с частотой  $45 \text{ мин}^{-1}$ . Определить максимальные скорость и ускорение стола, полную энергию колебаний, если масса питателя 1000 кг, амплитуда колебаний 72 мм.

74. Решето рудообогатительного грохота совершает вертикальное колебательное движение с амплитудой 5 см. Найти наименьшую частоту колебаний, при которой куски руды, лежащие на решете, будут отделяться от него и подбрасываться вверх.

75. Для погружения обсадных труб в глинистые отложения применяется вибровозбудитель ВО-10, амплитуда колебаний которого 0,13 см, частота вращения дебалансов  $1200 \text{ мин}^{-1}$ . Определить максимальные скорость и ускорение, написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.

76. Определить полную энергию колебаний и максимальную силу взаимодействия между подъемным сосудом массой 90 тонн и арматурой ствола шахты, если амплитуда горизонтальных колебаний сосуда 3 см, а циклическая частота  $7 \text{ с}^{-1}$ .

77. Точка одновременно совершает два гармонических колебания, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями:  $x = 0,5 \sin t$ ,  $y = 2 \cos t$ . Найти уравнение траектории точки, построить график ее движения.

78. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами 10 см и 6 см складываются в одно колебание с амплитудой 14 см. Определить разность фаз складываемых колебаний.

79. Груз, подвешенный к пружине, гармонически колеблется по вертикали с периодом 0,5 с. Коэффициент упругости пружины 4 Н/м. Определить массу груза.

80. Амплитуда затухающих колебаний маятника за 5 мин уменьшилась в два раза. За какое время, считая от начального момента, амплитуда уменьшится в восемь раз?

81. Источник незатухающих гармонических колебаний подчиняется закону  $x = 5 \sin 3140t$  (м). Определить смещение, скорость и ускорение точки, находящейся на расстоянии 340 м от источника, через 1 с от начала колебаний, если скорость волны 340 м/с.

82. Уравнение незатухающих колебаний  $y = 0,1 \sin 0,5\pi t$  (м). Скорость волны 300 м/с. Написать уравнение колебаний для точек волны в момент времени 4 с после начала колебаний. Найти разность фаз для источника и точки на расстоянии 200 м от него.

83. Звуковые колебания с частотой 500 Гц и амплитудой 0,25 мм, распространяются в воздухе. Длина волны 70 см. Определить скорость распространения волны и наибольшую скорость колебаний частиц воздуха.

84. Определить коэффициент сжатия горной породы - величину, обратную модулю Юнга, если скорость распространения звуковых волн в горной породе равна 4500 м/с, а плотность породы составляет  $2,3 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

85. К одному из концов длинного стержня прикреплен вибратор, колеблющийся по закону  $y = 10^{-6} \sin 10^4 \pi t$  (м). Найти скорость точек в сечении стержня, отстоящем от вибратора на расстоянии 25 см, в момент времени  $10^{-4}$  с. Скорость волны  $5 \cdot 10^3$  м/с.

86. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 2 мГн и конденсатора емкостью 888 пФ. На какую длину волны настроен контур?

87. Найти частоту собственных колебаний в контуре, состоящем из катушки индуктивности и плоского конденсатора. Площадь каждой пластины конденсатора 30 см<sup>2</sup> и расстояние между ними 0,1 см. Число витков катушки 1000, длина ее 30 см, сечение 1 см<sup>2</sup>.

88. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 1,02 Гн и конденсатора емкостью 0,025 мкФ. Заряд на конденсаторе равен  $2,5 \cdot 10^{-6}$  Кл. Какова зависимость разности потенциалов на конденсаторе от времени?

89. Катушка (без сердечника) длиной 50 см и площадью поперечного сечения 3 см<sup>2</sup> имеет 1000 витков и соединена параллельно с конденсатором. Он состоит из двух пластин площадью 75 см<sup>2</sup> каждая, расстояние между пластинами 5 мм, диэлектрик - воздух. Найти период колебаний контура и длину волны, на которую он настроен.

90. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 1,02 Гн и конденсатора емкостью 25 нФ. На обкладках конденсатора сосредоточен заряд 2,5 мкКл. Написать уравнение изменения тока в цепи в зависимости от времени.

91. Разность потенциалов на конденсаторе в контуре за 1 мс уменьшается в три раза. Найти коэффициент затухания.

92. Электромагнитные волны распространяются в некоторой однородной среде со скоростью  $2,5 \cdot 10^8$  м/с. Какую длину волны имеют электромагнитные колебания в данной среде, если частота колебаний 1 МГц?
93. Катушка с индуктивностью 30 мкГн присоединена к плоскому конденсатору с площадью пластин  $0,01$  м<sup>2</sup> и расстоянием между ними 0,1 мм. Найти диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами, если контур настроен на длину волны 750 м.
94. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 80 пФ и катушки индуктивностью 0,5 мГн. Найти максимальный ток в контуре, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора 300 В. На какую длину волны резонирует данный контур?
95. Закон изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора в контуре задан уравнением  $U = 50 \cos 10^4 \pi t$  (В). Емкость конденсатора равна 0,1 мкФ. Найти период колебаний, индуктивность, длину волны. Написать закон изменения тока в контуре.
96. Колебательный контур состоит из конденсатора переменной емкости от 12 пФ до 80 пФ и катушки с индуктивностью 1,2 мГн. Найти диапазон длин электромагнитных волн, которые могут вызывать резонанс в этом контуре.
97. Индуктивность колебательного контура 0,5 мГн. Какова должна быть электроемкость контура, чтобы он резонировал на длину волны 300 м?
98. Катушка (без сердечника) длиной 50 см и площадью поперечного сечения  $3$  см<sup>2</sup> имеет 1000 витков и соединена параллельно с конденсатором. Он состоит из двух пластин площадью  $75$  см<sup>2</sup> каждая, расстояние между пластинами 5 мм, диэлектрик -воздух. Найти период колебаний контура и длину волны, на которую он настроен.
99. Какую индуктивность надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости 2 мкФ получить частоту 1000 Гц?
100. Индуктивность катушки в колебательном контуре 20 мкГн. Требуется настроить этот контур на частоту 5 МГц. Какую емкость следует выбрать?
101. Колебательный контур, состоящий из воздушного конденсатора с двумя пластинами по  $100$  см<sup>2</sup> каждая и катушки с индуктивностью 1 мкГн резонирует на волну длиной 10 м. Найти расстояние между пластинами конденсатора.

## 5. ВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ ОПТИКА

102. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга 1 мм, расстояние от щелей до экрана 3 м, расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране 1,5 мм. Найти длину волны источника монохроматического света.

103. Оранжевые лучи с длиной волны 650 нм от двух когерентных источников, расстояние между которыми 120 мкм, падают на экран. Расстояние от источников до экрана 3,6 м. Найти расстояние между центрами соседних темных полос на экране.

104. Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления 1,54, чтобы при освещении ее лучами с длиной волны 750 нм, перпендикулярными к пластинке, она в отраженном свете казалась красной?

105. Между двумя плоскопараллельными пластинками лежит проволочка, отчего образовался воздушный клин. Пластинки освещаются светом с длиной волны 500 нм. Угол падения лучей  $0^\circ$ , длина пластинки 10 см. Расстояние между интерференционными полосами в отраженном свете 1,8 мм. Найти толщину проволочки.

106. Плосковыпуклая линза ( $n=1,5$ ) с оптической силой 0,5 диоптрий выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Найти радиус пятого темного кольца Ньютона в проходящем свете ( $\lambda=600$  нм).

107. Радиус кривизны плосковыпуклой линзы 4 м. Чему равна длина волны падающего света, если радиус 5-го светлого кольца Ньютона в отраженном свете равен 3,6 мм?

108. На щель шириной 0,2 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 640 нм. Определить угол отклонения лучей, соответствующих первой светлой дифракционной полосе.

109. На пластинку со щелью падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения лучей, соответствующих второму дифракционному минимуму, равен  $1^\circ$ . Сколько длин волн падающего света составляет ширина щели?

110. На щель шириной 0,05 мм падает нормально монохроматический свет ( $\lambda=0,6$  мкм). Найти угол между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

111. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия с длиной волны 670 нм спектра второго порядка?

112. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядка накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница (400 нм) спектра третьего порядка?

113. На дифракционную решетку, имеющую 800 штрихов на 1 мм, падает параллельный пучок белого света. Какова разность углов отклонения конца первого и начала второго спектров? Принять длину волны красного света 760 нм, фиолетового 400 нм.

114. На дифракционную решетку, содержащую 50 штрихов на миллиметр, падает в направлении нормали к ее поверхности белый свет. Спектр проектируется на экран с помощью линзы, помещенной вблизи решетки. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 3 м. Границы видимого спектра 400 нм и 760 нм.

115. Угол преломления луча света в жидкости равен  $35^\circ$ . Определить показатель преломления этой жидкости, если отраженный луч максимально поляризован.

116. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были бы наиболее полно поляризованы.

117. Предельный угол полного внутреннего отражения луча на границе жидкости с воздухом равен  $43^\circ$ . Каков должен быть угол падения луча из воздуха на поверхность жидкости, чтобы отраженный луч был максимально поляризован?

118. Угол максимальной поляризации при отражении света от кристалла каменной соли равен  $57^\circ$ . Определить скорость распространения света в этом кристалле.

119. Угол между плоскостями поляризации двух призм Николя равен  $45^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, прошедшего через николи, если этот угол увеличить до  $60^\circ$ ?

120. Температура «голубой» звезды  $3 \cdot 10^4 \text{K}$ . Определить интегральную интенсивность излучения и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

121. Приняв температуру поверхности Солнца равной  $6000 \text{K}$ , определить энергию, излучаемую с одного квадратного метра за секунду и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

122. Поток энергии, излучаемой из смотрового окошка печи за секунду, равен  $34 \text{Вт}$ .

Найти температуру печи, если площадь отверстия  $6 \text{см}^2$ .

123. Средняя величина энергии, теряемой вследствие излучения с одного квадратного сантиметра поверхности Земли за минуту, равна  $0,55 \text{Дж}$ . Какую температуру должно иметь абсолютно черное тело, излучающее такое же количество энергии?

124. Печь при температуре  $1100 \text{K}$  посылает на измерительный прибор некоторое тепловое излучение. Какова должна быть температура печи, чтобы получаемое прибором излучение увеличилось в два, четыре и шестнадцать раз?

125. Максимальная лучеиспускательная способность абсолютность черного тела приходится на длину волны  $800 \text{нм}$ . Какая мощность должна быть подведена к этому телу, поверхность которого  $100 \text{см}^2$ , чтобы поддерживать его при постоянной температуре.

126. Вследствие изменения температуры абсолютно черного тела, максимум испускательной способности сместился с  $500 \text{нм}$  на  $750 \text{нм}$ . Во сколько раз уменьшилась суммарная мощность излучения?

127. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта равна  $307 \text{нм}$  и кинетическая энергия фотоэлектрона  $1 \text{эВ}$ ?

128. Калий (работа выхода  $2 \text{эВ}$ ) освещается монохроматическим светом с длиной волны  $509 \text{нм}$ . Определить максимально возможную кинетическую энергию фотоэлектронов.

129. Определить работу выхода электрона из цезия и серебра, если красная граница фотоэффекта у этих металлов составляет соответственно  $660 \text{нм}$  и  $260 \text{нм}$ .



130. Определить энергию, импульс и массу фотона, длина волны которого соответствует видимой части спектра с длиной волны 500 нм.

131. Определить давление света на стенки электрической стоваттной лампы. Колба лампы представляет собой сферический сосуд радиусом 5 см. Стенки лампы отражают 10 % падающего на них света. Считать, что вся потребляемая мощность идет на излучение.

132. На поверхность площадью 100 см<sup>2</sup> ежеминутно падает 63 Дж световой энергии. Найти величину светового давления, если поверхность полностью отражает все лучи и если полностью поглощает все лучи.

133. Давление света с длиной волны 600 нм на черную поверхность равно  $2,2 \cdot 10^{-7} \text{ Н/м}^2$ . Сколько фотонов падает на 1 см<sup>2</sup> за одну секунду?

## 6. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА И ФИЗИКА АТОМА

134. Определить длину волны, соответствующую границе серии Бальмера для водорода. Выделить эту спектральную линию на схеме энергетических уровней атома водорода. Постоянная Ридберга равна  $1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ .

135. Найти наибольшую и наименьшую длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена). Начертить схему энергетических уровней атома водорода.

136. Атом водорода в основном состоянии поглотил квант света с длиной волны 121,5 нм. Определить радиус электронной орбиты возбужденного атома водорода.

137. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

138. Определить длины волн де Бройля для электрона и протона, движущихся со скоростью 1000 км/с. Масса электрона  $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ , масса протона  $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ .

139. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля была равна 0,10 нм ?

140. Определить длину волны де Бройля для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.

141. Электрон, движущийся со скоростью  $6 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ , попадает в продольное ускоряющее однородное электрическое поле напряженностью 5 В/см. Какое расстояние должен пройти электрон в таком поле, чтобы его длина волны стала равной 0,10 нм?

142. Рассчитать дебройлевскую длину волны для протона с кинетической энергией, равной энергии покоя электрона  $0,51\text{МэВ}$ .

143. Найти коротковолновую границу непрерывного рентгеновского спектра, если известно, что уменьшение приложенного к рентгеновской трубке напряжения на  $23\text{ кВ}$  увеличивает искомую длину волны в два раза.

144. Найти длину волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра, если скорость электронов, подлетающих к антикатоде трубки, составляет  $0,85$  скорости света.

145. Для определения постоянной Планка к рентгеновской трубке приложили напряжение  $16\text{ кВ}$  и определили минимальную длину волны сплошного рентгеновского излучения ( $\lambda_{\text{мин}} = 77,6\text{ пм}$ ). Вычислить по этим данным постоянную Планка.

146. Частица в потенциальной яме шириной  $l$  находится в возбужденном состоянии ( $n=2$ ).

Вычислить вероятность нахождения частицы в крайней четверти ямы.

46. Частица в потенциальной яме находится в основном состоянии. Какова вероятность обнаружить частицу в крайней трети ямы?

147. В одномерной потенциальной яме шириной  $l$  находится электрон. Найти вероятность нахождения электрона на первом энергетическом уровне в интервале  $l/4$ , равноудаленном от стенок ямы.

148. Вычислить величину момента импульса  $L$  орбитального движения электрона, находящегося в атоме водорода в s-состоянии и в p-состоянии.

149. Частица в потенциальной яме шириной  $l$  находится в низшем возбужденном состоянии. Определить вероятность нахождения частицы в интервале  $l/4$ , равноудаленном от стенок ямы.

150. Определить возможные значения проекции момента импульса  $L_z$  орбитального движения электрона в атоме водорода на направление внешнего магнитного поля. Электрон находится в d-состоянии.

151. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной  $l$  с бесконечно высокими стенками. Определить вероятность обнаружения электрона в средней трети ямы, если электрон находится в возбужденном состоянии ( $n=3$ ).

## 7. ЭЛЕМЕНТЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

152. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за секунду. Во сколько раз уменьшится активность препарата стронция  ${}_{38}\text{Sr}^{90}$  через 100 лет? Период полураспада равен 28 лет.

153. Сколько  $\beta$ -частиц испускает в течение одного часа 1 мкг изотопа  ${}_{11}\text{Na}^{24}$ , период полураспада которого составляет 15 часов?

154. Препарат  ${}_{92}\text{U}^{238}$  массой 1 г излучает  $1,24 \cdot 10^4$   $\alpha$ -частиц в секунду. Найти период полураспада этого изотопа урана и активность препарата.

155. Найти число распадов за одну секунду в 1 г радия, период полураспада которого 1590 лет. Молярная масса радия 0,226 кг/моль.

156. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за одну секунду. Во сколько раз уменьшится активность иода  ${}_{53}\text{J}^{124}$  спустя 12 суток? Период полураспада равен четырем суткам.

157. Сколько  $\beta$ -частиц испускается в течение суток при распаде изотопа фосфора  ${}_{15}\text{P}^{32}$  массой 1 мкг? Период полураспада 14,3 суток.

158. Активность препарата уменьшилась в 256 раз. Сколько периодов полураспада составляет промежуток времени, за который произошло такое уменьшение активности?

159. За один год начальное количество радиоактивного вещества уменьшилось в три раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?

60. Какая доля начального количества радиоактивного вещества останется нераспавшейся через промежуток времени, равный двум периодам полураспада?

160. Дефект массы ядра  ${}_{7}\text{N}^{15}$  равен 0,12396 а.е.м. Определить массу атома. ( $m_{{}_1}\text{H}^1 = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{{}_0}\text{n}^1 = 1,00867$  а.е.м.).

161. Найти удельную энергию связи ядра  ${}_{6}\text{C}^{12}$ , если известно, что  $m_{{}_1}\text{H}^1 = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{{}_0}\text{n}^1 = 1,00867$  а.е.м.;  $m_{{}_{12}}\text{C}^{12} = 12,00000$  а.е.м.

162. Рассчитать массу нейтрального атома, если ядро его состоит из трех протонов и двух нейтронов, а энергия связи ядра равна 26,3 МэВ. ( $m_{{}_1}\text{H}^1 = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{{}_0}\text{n}^1 = 1,00867$  а.е.м.).

163. Определить энергию связи ядра изотопа кислорода  ${}_{8}\text{O}^{16}$ , если  $m_{{}_1}\text{H}^1 = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{{}_0}\text{n}^1 = 1,00867$  а.е.м.;  $m_{{}_8}\text{O}^{16} = 15,99491$  а.е.м.

164. Определить энергию связи, приходящуюся на один нуклон ядра атома  ${}_{11}\text{Na}^{23}$ , если  $m_{{}_{11}\text{Na}^{23}} = 22,98977 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_1\text{H}^1} = 1,00783 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867 \text{ а.е.м.}$

165. Найти дефект массы, энергию связи и удельную энергию связи ядра  ${}_{3}\text{Li}^7$ , если известно, что  $m_{{}_{3}\text{Li}^7} = 7,01601 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_1\text{H}^1} = 1,00783 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867 \text{ а.е.м.}$

166. Энергия связи электрона с ядром невозбужденного атома водорода  ${}_{1}\text{H}^1$  равна 13,6 эВ. Определить, насколько масса атома водорода меньше суммы масс свободных протона и электрона.

167. Вычислить дефект массы и энергию связи ядра  ${}_{5}\text{B}^{11}$ , если известны следующие массы:  $m_{{}_{5}\text{B}^{11}} = 11,00931 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_1\text{H}^1} = 1,00783 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867 \text{ а.е.м.}$

168. Найти энергию, которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра  ${}_{11}\text{Na}^{23}$ , если известны следующие массы:  $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_{11}\text{Na}^{23}} = 22,98977 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_{11}\text{Na}^{22}} = 21,99444 \text{ а.е.м.}$

169. Найти энергию отрыва нейтрона от ядра  ${}_{2}\text{He}^4$ , если известны массы:  $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_{2}\text{He}^4} = 4,00260 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_{2}\text{He}^3} = 3,01603 \text{ а.е.м.}$

170. Найти энергию, необходимую для удаления одного протона из ядра  ${}_{8}\text{O}^{16}$  ( ${}_{8}\text{O}^{16} \rightarrow {}_{7}\text{N}^{15} + {}_{1}\text{H}^1$ ).  $m_{{}_1\text{H}^1} = 1,00783 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_{8}\text{O}^{16}} = 15,99491 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_{7}\text{N}^{15}} = 15,00011 \text{ а.е.м.}$

171. Найти изменение массы при следующей ядерной реакции:  
 ${}_{13}\text{Al}^{27} + {}_{2}\text{He}^4 \rightarrow {}_{15}\text{P}^{30} + {}_{0}\text{n}^1$ , если  $m_{{}_{13}\text{Al}^{27}} = 26,98154 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_{2}\text{He}^4} = 4,00260 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_{15}\text{P}^{30}} = 29,97263 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867 \text{ а.е.м.}$

172. Вычислить энергетический эффект ядерной реакции:  ${}_{1}\text{H}^2 + {}_{1}\text{H}^3 \rightarrow {}_{2}\text{He}^4 + {}_{0}\text{n}^1$ , если  $m_{{}_1\text{H}^2} = 2,01410 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_1\text{H}^3} = 3,01605 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_{2}\text{He}^4} = 4,00260 \text{ а.е.м.}$

173. В термоядерном реакторе с дейтериевым горючим может происходить вторичная термоядерная реакция  ${}_{2}\text{He}^3 + {}_{1}\text{H}^2 \rightarrow {}_{2}\text{He}^4 + {}_{1}\text{H}^1$ . Вычислить энергию этой реакции. ( $m_{{}_{2}\text{He}^3} = 3,01603 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_1\text{H}^2} = 2,01410 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_{2}\text{He}^4} = 4,00260 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_1\text{H}^1} = 1,00783 \text{ а.е.м.}$ ).

174. Вычислить энергию ядерной реакции  ${}_{7}\text{N}^{14} + {}_{0}\text{n}^1 \rightarrow {}_{6}\text{C}^{14} + {}_{1}\text{H}^1$ . ( $m_{{}_{7}\text{N}^{14}} = 14,00307 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_{6}\text{C}^{14}} = 14,00324 \text{ а.е.м.}$ ;  $m_{{}_1\text{H}^1} = 1,00783 \text{ а.е.м.}$ ).

175. Определить энергию ядерной реакции  ${}_3\text{Li}^6 + {}_1\text{H}^2 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_2\text{He}^4$ . ( $m_{{}_3\text{Li}^6} = 6,01513$  а.е.м.;  $m_{{}_1\text{H}^2} = 2,01410$  а.е.м.;  $m_{{}_2\text{He}^4} = 4,00260$  а.е.м.).

176. Какую минимальную энергию должен иметь квант для вырывания нейтрона из ядра  ${}_6\text{C}^{14}$ ? Известны массы:  $m_{{}_6\text{C}^{14}} = 14,00324$  а.е.м.;  $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867$  а.е.м.;  $m_{{}_6\text{C}^{13}} = 13,00335$  а.е.м.

177. Какую минимальную энергию необходимо затратить, чтобы разделить  ${}_6\text{C}^{12}$  на три равные части. ( $m_{{}_6\text{C}^{12}} = 12,00000$  а.е.м.;  $m_{{}_2\text{He}^4} = 4,00260$  а.е.м.).

178. Определить энергию ядерной реакции  ${}_{20}\text{Ca}^{44} + {}_1\text{H}^1 \rightarrow {}_{19}\text{K}^{41} + 2\text{He}^4$ . ( $m_{{}_{20}\text{Ca}^{44}} = 43,95549$  а.е.м.;  $m_{{}_1\text{H}^1} = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{{}_2\text{He}^4} = 4,00260$  а.е.м.;  $m_{{}_{19}\text{K}^{41}} = 40,96184$  а.е.м.)

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

#### 8.1 Основная литература

1.	И.Г. Коршунов. Физика. – Екатеринбург: Ид-во УГГУ, 2014. – 341 с.
2.	В.И. Горбатов, В.Ф. Полев. Физика. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ (Ч.1, 2012.-105 с.; Ч.2, 2013.-115 с.; Ч.3.- 2014.-147 с.)
3.	Михайлов В.К. Физика: учебное пособие/ Михайлов В.К.— Электрон. текстовые данные.- М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.-120 с.-Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/23753.html">http://www.iprbookshop.ru/23753.html</a> - ЭБС «IPRbooks».
4.	Михайлов В.К. Волны. Оптика. Атомная физика. Молекулярная физика: учебное пособие/ Михайлов В.К., Панфилова М.И.-Электрон. текстовые данные.-М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.-144 с.-Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/62614.html">http://www.iprbookshop.ru/62614.html</a> -ЭБС «IPRbooks».
5.	Трофимова Т.М. Курс физики. Академия, 2010.- 560 с.

#### Дополнительная литература

1. И.Г. Коршунов. Основы физики.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. - 312 с.
2. Ветрова В.Т. Физика. Сборник задач: учебное пособие/ Ветрова В.Т.- Электрон. текстовые данные.- Минск: Вышэйшая школа, 2015.-446 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48021.html> -ЭБС «IPRbooks».
3. Чакак А.А. Физика. Краткий курс: учебное пособие для студентов очно-заочной формы обучения вузов, слушателей курсов повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, для студентов факультета дистанционных образовательных технологий/ Чакак А.А., Летута С.Н. Электрон. текстовые данные. Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.-541 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30092.html> - ЭБС «IPRbooks».
4. Сарина М.П. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Часть 1. Механика: учебное пособие/ Сарина М.П.- Электрон. текстовые данные.- Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.- 187 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45392.html> - ЭБС «IPRbooks».

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Некоторые физические постоянные

Физическая постоянная	Обозначение	Значение
Скорость света в вакууме	$c$	$3.00 \cdot 10^8$ м/с
Гравитационная постоянная	$G$	$6.67 \cdot 10^{-11}$ м <sup>3</sup> /(кг·с <sup>2</sup> )
Число Авогадро	$N_A$	$6.02 \cdot 10^{23}$ моль <sup>-1</sup>
Молярная газовая постоянная	$R$	8.31 Дж/(моль·К)
Постоянная Больцмана	$k$	$1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Атомная единица массы	$1a.e.m.$	$1.660 \cdot 10^{-27}$ кг
Элементарный заряд	$e$	$1.60 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя электрона	$m_e$	$9.11 \cdot 10^{-31}$ кг
Масса покоя протона	$m_p$	$1.67 \cdot 10^{-27}$ кг
Электрическая постоянная	$\epsilon_0$	$8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
Магнитная постоянная	$\mu_0$	$4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м
Постоянная Планка	$h$	$6.63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
	$\hbar$	$1.05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

### Приложение 2

#### Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования

Наименование	Приставка		Множитель	Приставка			Множитель
	Обозначение			Наименование	Обозначение		
	русское	международное			русское	международное	
экса	Э	E	$10^{18}$	деци	д	d	$10^{-1}$
пэта	П	P	$10^{15}$	санتي	с	c	$10^{-2}$
тера	Т	T	$10^{12}$	милли	м	m	$10^{-3}$
гига	Г	G	$10^9$	микро	мк	μ	$10^{-6}$
мега	М	M	$10^6$	нано	н	n	$10^{-9}$
кило	к	k	$10^3$	пико	п	p	$10^{-12}$
Гекто	г	h	$10^2$	фемто	ф	f	$10^{-15}$
Дека	да	da	$10^1$	атто	а	a	$10^{-18}$

*Примечание:* Приставки гекто, дека, деци и санти допускается применять только в наименованиях кратных и дольных единиц, уже получивших широкое распространение (гектар, декалитр, дециметр, сантиметр и др.)

## Приложение 3

### Единицы физических величин, имеющие собственные наименования

Величина	Единица	
	Наименование	Обозначение
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Плоский угол	радиан	рад
Телесный угол	стерадиан	ср
Сила, вес	ньютон	Н
Давление	паскаль	Па
Напряжение (механическое)	паскаль	Па
Модуль упругости	паскаль	Па
Работа, энергия	джоуль	Дж
Мощность	ватт	Вт
Частота колебаний	герц	Гц
Термодинамическая температура	кельвин	К
Разность температур	кельвин	К
Теплота, количество теплоты	джоуль	Дж
Количество вещества	моль	моль
Электрический заряд	кулон	Кл
Сила тока	ампер	А
Потенциал электрического поля, электрическое напряжение	вольт	В
Электрическая емкость	фарад	Ф
Электрическое сопротивление	ом	Ом
Электрическая проводимость	сименс	См
Магнитная индукция	тесла	Тл
Магнитный поток	вебер	Вб
Индуктивность	генри	Гн
Сила света	кандела	кд
Световой поток	люмен	лм
Освещенность	люкс	лк
Поток излучения	ватт	Вт
Поглощенная доза излучения (доза излучения)	грэй	Гр
Активность изотопа	беккерель	Бк



## Внесистемные единицы

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна	т	$10^3$ кг
	атомная единица массы	а.е.м.	$1.66 \cdot 10^{-27}$ кг
Время	минута	мин	60 с
	час	ч	3600 с
	сутки	сут	86400 с
Плоский угол	градус	...°	$1.74 \cdot 10^{-2}$ рад
	минута	...'	$2.91 \cdot 10^{-4}$ рад
	секунда	...''	$4.85 \cdot 10^{-6}$ рад
	град	град	$(\pi/200)$ рад
Объем, вместимость	литр	л	$10^{-3}$ м <sup>3</sup>
Длина	астрономическая единица	а.е.	$1.50 \cdot 10^{11}$ м
	световой год	св. год	$9.46 \cdot 10^{15}$ м
	парсек	пк	$3.08 \cdot 10^{16}$ м
Оптическая сила	диоптрия	Дптр	$1$ м <sup>-1</sup>
Площадь	гектар	Га	$10^4$ м <sup>2</sup>
Энергия	электрон-вольт	эВ	$1.60 \cdot 10^{-19}$ Дж
Полная мощность	вольт-ампер	В·А	
<i>Примечание:</i> Единицы времени (минуту, час, сутки), плоского угла (градус, минуту, секунду), астрономическую единицу, световой год, диоптрию и атомную единицу массы не допускается применять с приставками.			

## Плотность некоторых твердых тел

Твердое тело	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Твердое тело	Плотность, г/см <sup>3</sup>
Алюминий	2.70	Цезий	1.90
Барий	3.50	Каменная соль	2,2
Ванадий	6.02	Латунь	8,55
Висмут	9.80	Марганец	7,40
Железо (чугун, сталь)	7.88	Платина	21,4
Литий	0.53	Золото	19,3
Медь	8.93	Висмут	9,8
Никель	8.90	Уран	18,7
Свинец	11.3	Цинк	7.15
Серебро	10.5	Вольфрам	19,3

## Приложение 6

### Плотность некоторых жидкостей и газов

Жидкость (при 15° С)	Плотность, г./см <sup>3</sup>	Газ (при нормальных условиях)	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Вода ( дистиллированная при 4°С)	1.00	Водород	0.09
Глицерин	1.26	Воздух	1.29
Керосин	0.8	Гелий	0.18
Ртуть	13.6	Аргон	1,78
Масло (оливковое, смазочное)	0.9	Азот	1,25
Масло касторовое	0.96	Кислород	1.43
Сероуглерод	1.26		
Эфир	0.7		
Спирт	0.80		

## Приложение 7

### Удельное сопротивление $\rho$ некоторых материалов

Материал	Удельное сопротивление, Ом·м	Материал	Удельное сопротивление, Ом·м
Алюминий	$2,53 \cdot 10^{-8}$	Ртуть	$9,6 \cdot 10^{-7}$
Алюминий провод	$2,87 \cdot 10^{-8}$	Свинец	$2,08 \cdot 10^{-7}$
Бумага	$10^{15}$	Серебро	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Вода	$10^4$	Сталь литая	$1,3 \cdot 10^{-7}$
Вода дистиллированная			
Вода морская	0,3	Сталь чистая	$1,01 \cdot 10^{-7}$
Вольфрам	$5,5 \cdot 10^{-8}$	Стекло	$10^{11}$
Графит	$3,9 \cdot 10^{-6}$	Стекло кварцевое	$10^{16}$
Железо чистое	$9,8 \cdot 10^{-8}$	Угольные щётки	$4 \cdot 10^{-5}$
Железо	$8,7 \cdot 10^{-8}$	Цинк	$5,9 \cdot 10^{-8}$
Золото	$2,2 \cdot 10^{-8}$	Чугун серый	$1 \cdot 10^{-6}$
Константан	$5 \cdot 10^{-7}$	Никель	$8,7 \cdot 10^{-8}$
Масло парафиновое	$10^{14}$	Нихром	$1,12 \cdot 10^{-6}$
Магний	$4,4 \cdot 10^{-8}$	Олово	$1,2 \cdot 10^{-7}$
Манганин	$4,3 \cdot 10^{-7}$	Платина	$1,07 \cdot 10^{-7}$
Медь	$1,72 \cdot 10^{-8}$	Медь провод	$1,78 \cdot 10^{-8}$

## Приложение 8

### Диэлектрическая проницаемость некоторых веществ

Вещество	Проницаемость	Вещество	Проницаемость
Ацетон	21,4	Парафин	2,0
Вакуум	1,0	Парафинированная бумага	2,0
Воздух	1,000594	Полиэтилен	2,2
Вода	81	Слюда	7,0
Вода дистиллированная	31	Спирт этиловый	25,1
Воск	7,8	Спирт метиловый	33,5
Керосин	2,0	Стекло	7,0
Масло	5,0	Фарфор	5,0
Масло трансформаторное	2,2	Эбонит	2,6

## Приложение 9

### Греческий алфавит

Обозначения букв	Название букв	Обозначения букв	Название букв
Α, α	Альфа	Ν, ν	ню
Β, β	Бета	Ξ, ξ	кси
Γ, γ	Гамма	Ο, ο	омикрон
Δ, δ	Дэльта	Π, π	пи
Ε, ε	Эпсилон	Ρ, ρ	ро
Ζ, ζ	Дзета	Σ, σ	сигма
Η, η	Эта	Τ, τ	тау
Θ, θ	Тэта	Υ, υ	ипсилон
Ι, ι	Иота	Φ, φ	фи
Κ, κ	Каппа	Χ, χ	хи
Λ, λ	Ламбда	Ψ, ψ	пси
Μ, μ	Ми	Ω, ω	омега

## СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания к решению задач и выполнению домашних контрольных работ	3
1. Механика	4
2. Молекулярная физика и термодинамика	7
3. Электричество и магнетизм	9
4. Механические и электромагнитные колебания и волны	11
5. Волновая и квантовая оптика	15
6. Квантовая физика и физика атома	18
7. Элементы ядерной физики	20
Список литературы	23
Приложения	24



**ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный  
университет»**

**Н. А. Зайцева**

**КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ**

**Учебно-методическое пособие  
для самостоятельной работы  
по курсу «Общая химия»»  
для студентов всех специальностей**

**Екатеринбург**

**2021**

Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО  
Методической комиссией  
горномеханического факультета  
УГГУ

« 12 » октября 2021 г.

Председатель комиссии

\_\_\_\_\_ Осипов П.А.

Н. А. Зайцева

## КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Учебно-методическое пособие  
для самостоятельной работы  
по курсам «Общая химия»  
для студентов всех специальностей

Рецензент: М. А. Мелкозерова, кандидат химических наук, старший научный сотрудник ИХТТ УрО РАН.

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры химии 16 сентября 2021 г. (протокол № 1) и рекомендовано для издания в УГГУ.

**Зайцева Н.А.**

**КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ:** учебно-методическое пособие / Н.А. Зайцева – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. – 44 с.

В учебно-методическом пособии изложены краткие сведения о классификации неорганических соединений и основных приемах решения задач по химии. Пособие содержит 25 вариантов заданий для внеаудиторной самостоятельной работы по решению расчетных химических задач в каждой теме.

Для студентов всех специальностей.

© Зайцева Н.А. 2016

© Уральский государственный  
горный университет, 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Тема 1. Классификация неорганических соединений.....	5
Тема 2. Кислоты. Химические свойства кислот.....	9
Тема 3. Основания. Химические свойства оснований.....	16
Тема 4. Оксиды. Химические свойства оксидов .....	23
Тема 5. Соли. Кристаллогидраты.....	31
Тема 6. Генетическая связь неорганических веществ.....	40
Список литературы.....	44



## Тема 1. Классификация неорганических соединений

Сложные неорганические вещества делят на классы либо по составу (двухэлементные, или бинарные, соединения и многоэлементные соединения), либо по функциональным признакам (кислотно-основным, окислительно-восстановительным), которые эти вещества осуществляют в химических реакциях. По кислотно-основным функциям минеральные вещества делятся на оксиды, кислоты, основания (или основания + амфотерные гидроксиды) и соли.

Количества любых химические вещества принято измерять в молях. Расчётные задачи по химии решаются через расчёт количества вещества. Необходимо помнить основную формулу для определения числа молей:

$$v = m / M = V / V_m = N / N_A,$$

где  $m$  – масса вещества,  $V$  – объем газообразного вещества,

$M$  – молярная масса вещества – масса одного моля вещества

$V_m$  – молярный объем газа, то есть объём одного моля любого газа; при нормальных условиях (температура  $0^\circ\text{C}$ , давление 1 атмосфера)  $V_m = 22,4$  л/моль

$N$  – число частиц (молекул, ионов, атомов),

$N_A$  – постоянная Авогадро – количество частиц вещества в одном моле,  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$  шт/моль

### Задачи для самостоятельной работы

#### по теме «Классификация неорганических соединений»

Вариант 1.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде лития массой 460 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт сероводород массой 40 г?
3. Определите количество атомов натрия в карбонате натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  массой 10 г.

Вариант 2.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде бария массой 160 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт хлороводород массой 20 г?
3. Определите количество атомов кислорода в карбонате натрия массой 30 г.

Вариант 3.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде калия массой 120 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт аммиак массой 40 г?
3. Определите количество атомов углерода в карбонате натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  массой 20 г.

Вариант 4.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде бария массой 60 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт метан массой 20 г?
3. Определите количество атомов кислорода в сульфате натрия массой 10 г.

Вариант 5.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде лития массой 46 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт водород массой 40 г?
3. Определите количество атомов натрия в сульфате натрия массой 30 г.

Вариант 6.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в нитрате бария массой 10 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт кислород массой 20 г?
3. Определите количество атомов водорода в аммиаке массой 30 г.

Вариант 7.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в аммиаке массой 170 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт хлор массой 142 г?
3. Определите количество атомов углерода в карбонате калия массой 20 г.

Вариант 8.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде натрия массой 60 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт фтор массой 20 г?
3. Определите количество атомов кислорода в сульфате алюминия массой 100 г.

Вариант 9.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде кальция массой 40 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт азот массой 56 г?
3. Определите количество атомов водорода в серной кислоте массой 10 г.

Вариант 10.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде калия массой 160 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт гелий массой 20 г?
3. Определите количество атомов кислорода нитрате натрия массой 30 г.

Вариант 11.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в сульфиде калия массой 68 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт NO массой 40 г?
3. Определите количество атомов кислорода в серной кислоте массой 20 г.

Вариант 12.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде цинка массой 60 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт N<sub>2</sub>O массой 20 г?
3. Определите количество атомов хлора в хлориде алюминия массой 10 г.

Вариант 13.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде магния массой 4 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт CO<sub>2</sub> массой 88 г?
3. Определите количество атомов азота в нитрате алюминия массой 30 г.

Вариант 14.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в сульфате бария массой 90 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт углекислый газ массой 9 г?
3. Определите количество атомов кислорода в нитрате алюминия массой 50 г.

Вариант 15.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде цинка массой 10 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт CO массой 56 г?
3. Определите количество атомов углерода в карбонате магния массой 20 г.

Вариант 16.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде цезия массой 60 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт NO<sub>2</sub> массой 92 г?
3. Определите количество атомов кислорода в сульфате стронция массой 100 г.

Вариант 17.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде кремния массой 40 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт озон массой 96 г?
3. Определите количество атомов натрия в гидроксиде натрия массой 80 г.

Вариант 18.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде бериллия массой 6 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт арсин AsH<sub>3</sub> массой 20 г?

3. Определите количество атомов кислорода в сульфате цинка массой 30 г.

Вариант 19.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  массой 120 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт силан  $\text{SiH}_4$  массой 40 г?

3. Определите количество атомов углерода в карбонате меди (II) массой 20 г.

Вариант 20.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  массой 60 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт аргон массой 20 г?

3. Определите количество атомов кислорода в азотной кислоте массой 10 г.

Вариант 21.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в сульфиде цинка массой 46 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт газ  $\text{SO}_2$  массой 40 г?

3. Определите количество атомов натрия в ортофосфате натрия массой 30 г.

Вариант 22.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде  $\text{FeO}$  массой 10 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт неон массой 20 г?

3. Определите количество атомов водорода в аммиаке массой 30 г.

Вариант 23.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в бромиде калия массой 17 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт газ  $\text{SO}_3$  массой 40 г?

3. Определите количество атомов углерода в карбонате кальция массой 20 г.

Вариант 24.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде рубидия массой 1 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт фтороводород массой 20 г?

3. Определите количество атомов кислорода в сульфате железа(II) массой 100 г.

Вариант 25.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в сульфате кальция массой 4 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт аммиак массой 56 г?

3. Определите количество атомов кислорода в серной кислоте массой 10 г.

## Тема 2. Кислоты. Химические свойства кислот.

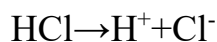
Кислоты – сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов водорода и кислотного остатка. С позиций теории электролитической диссоциации кислотами называются вещества, диссоциирующие в растворах с образованием ионов водорода. С точки зрения протонной теории кислот и оснований к кислотам относятся вещества, способные отдавать ион водорода  $H^+$ , то есть быть донорами протонов. Кислоты классифицируют по их силе (сильные и слабые), по основности (одноосновные, двухосновные, трёхосновные) и по наличию или отсутствию кислорода в составе кислоты (кислородсодержащие или бескислородные).

Таблица 1. Сильные и слабые кислоты

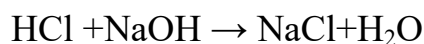
	Сильные кислоты	Слабые кислоты
Бескислородные	HCl-хлороводородная (соляная) HBr- бромоводородная HI- йодоводородная	HF- фтороводородная (плавиковая) HCN – циановодородная (синильная) H <sub>2</sub> S – сероводородная H <sub>2</sub> Se - селеноводородная
Кислород- содержащие	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - серная HNO <sub>3</sub> -азотная HMnO <sub>4</sub> - марганцевая HClO <sub>4</sub> - хлорная HClO <sub>3</sub> - хлорноватая H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> - хромовая	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> - сернистая HNO <sub>2</sub> - азотистая H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> – ортофосфорная HPO <sub>3</sub> – метафосфорная H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> - фосфористая H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> - кремниевая H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -угольная CH <sub>3</sub> COOH -уксусная

Химические свойства кислот:

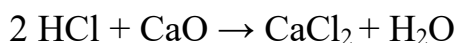
1. Диссоциация в водных растворах на протоны и кислотный остаток с образованием кислой среды, изменяющей окраску индикаторов:



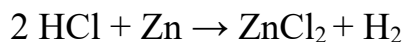
2. Взаимодействие с основаниями с образованием солей (нейтрализация)^



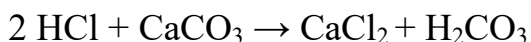
3. Взаимодействие с основными оксидами с образованием солей:



4. Взаимодействие с металлами, стоящими в ряду напряжения до водорода (кроме азотной и концентрированной серной кислот):



5. Взаимодействие сильных кислот с солями более слабых кислот:



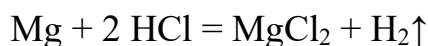
### **Пример решения задачи на расчёт по уравнению реакции:**

Задача: В избытке соляной кислоты растворили магний массой 6 г. Какой объем водорода, измеренный при нормальных условиях, выделится при этом?

Решение:

Записываем исходные данные: Дано:  $m(\text{Mg})=6$  г; н.у. Найти:  $V(\text{H}_2) = ?$

Составляем уравнение реакции взаимодействия магния с соляной кислотой и расставляем стехиометрические коэффициенты



I действие: Определяем количество вещества магния, вступившего в реакцию с соляной кислотой.  $\nu(\text{Mg}) = m(\text{Mg}) / M(\text{Mg}) = 6/24 = 0,25$  моль

II действие: Из уравнения реакции видно, что количества вещества магния и водорода равны (1:1), т.е.  $\nu(\text{Mg}) = \nu(\text{H}_2) = 0,25$  моль.

III действие: Рассчитываем объем водорода, выделившегося в результате реакции:  $V(\text{H}_2) = V_m \cdot \nu(\text{H}_2) = 22,4 \cdot 0,25 = 5,6$  л.

Ответ:  $V(\text{H}_2) = 5,6$  л.

### **Задачи для самостоятельной работы по теме «Кислоты»**

Вариант 1.

1. Какая масса серной кислоты требуется для нейтрализации NaOH массой 4 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте цинка массой 1,3 г?
3. Определите массу соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , растворённой в избытке ортофосфорной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 4,48 л (н.у.).

### Вариант 2.

1. Какая масса кремниевой кислоты требуется для реакции с КОН массой 5,6г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте алюминия массой 2,7 г?
3. Определите массу мела  $\text{CaCO}_3$ , растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 2,24 л (н.у.).

### Вариант 3.

1. Какая масса сернистой кислоты требуется для нейтрализации LiOH массой 14 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте магния массой 2,4 г?
3. Определите массу карбоната калия, растворённого в избытке уксусной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 1,12 л (н.у.).

### Вариант 4.

1. Какая масса азотной кислоты требуется для нейтрализации NaOH массой 8 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте железа массой 2,8 г?
3. Определите массу соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , растворённой в избытке марганцевой кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 3,36 л (н.у.).

### Вариант 5.

1. Какая масса серной кислоты требуется для нейтрализации LiOH массой 4,8 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте никеля массой 5,9 г?
3. Определите массу карбоната бария, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 11,2 л (н.у.).

### Вариант 6.

1. Какая масса сероводородной кислоты требуется для нейтрализации гидроксида натрия массой 5 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте цинка массой 6,5 г?
3. Определите массу  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , растворённого в избытке ортофосфорной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 448 мл (н.у.).

### Вариант 7.

1. Какая масса плавиковой кислоты требуется для нейтрализации гидроксида калия массой 7 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте алюминия массой 10,8 г?
3. Определите массу  $\text{CuCO}_3$ , растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 224 мл (н.у.).

### Вариант 8.

1. Какая масса серной кислоты требуется для нейтрализации 3,42 г  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте цинка массой 13 г?
3. Определите массу карбоната цезия, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 8,96 л (н.у.).

### Вариант 9.

1. Какая масса азотистой кислоты требуется для нейтрализации  $\text{KOH}$  массой 2,8 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте алюминия массой 5,4 г?
3. Определите массу  $\text{MgCO}_3$ , растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 22,4 л (н.у.).

### Вариант 10.

1. Какая масса азотной кислоты требуется для нейтрализации гидроксида кальция массой 3,7 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в хлороводородной кислоте магния массой 4,8 г?
3. Определите массу карбоната аммония, растворённого в избытке соляной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 15,68 л (н.у.).

### Вариант 11.

1. Какая масса хлорной кислоты требуется для нейтрализации  $\text{NaOH}$  массой 16 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в йодоводородной кислоте цинка массой 10,4 г?



3. Определите массу карбоната натрия, растворённого в избытке серной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 33,6 л (н.у.).

Вариант 12.

1. Какая масса марганцевой кислоты требуется для нейтрализации гидроксида лития массой 12 г?

2. Какой объём газа (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте 8 г железа?

3. Определите массу  $\text{PbCO}_3$ , растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 1,568 л (н.у.).

Вариант 13.

1. Какая масса  $\text{H}_2\text{Se}$  требуется для нейтрализации натриевой щёлочи массой 16 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте цинка массой 19,5 г?

3. Определите массу  $\text{FeCO}_3$ , растворённого в избытке хлороводородной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 44,8 л (н.у.).

Вариант 14.

1. Какая масса фтороводородной кислоты требуется для нейтрализации гидроксида рубидия массой 10,2 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте алюминия массой 2,16 г?

3. Определите массу  $\text{SrCO}_3$ , растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 2,24 л (н.у.).

Вариант 15.

1. Какая масса хромовой кислоты требуется для нейтрализации гидроксида стронция массой 12,2 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте кобальта массой 5,9 г?

3. Определите массу  $\text{ZnCO}_3$ , растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 2,24 л (н.у.).

Вариант 16.

1. Какая масса серной кислоты требуется для растворения  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  массой 40 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в хлорной кислоте цинка массой 26 г?
3. Определите массу  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , растворённого в избытке соляной кислоты, если объём выделившегося газа составил 4,48 л (н.у.).

Вариант 17.

1. Какая масса соляной кислоты требуется для растворения  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  массой 56 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при взаимодействии с серной кислотой алюминия массой 54 г?
3. Определите массу  $\text{CaCO}_3$ , растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 224 л (н.у.).

Вариант 18.

1. Какая масса синильной кислоты требуется для нейтрализации  $\text{LiOH}$  массой 49 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте магния массой 36 г?
3. Определите массу карбоната магния, растворённого в избытке азотистой кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 1,12 л (н.у.).

Вариант 19.

1. Какая масса азотной кислоты требуется для растворения 8 г оксида алюминия?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте железа массой 14 г?
3. Определите массу  $\text{BaCO}_3$ , растворённого в избытке марганцевой кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 3,36 л (н.у.).

Вариант 20.

1. Какая масса сернистой кислоты требуется для растворения  $\text{Li}_2\text{O}$  массой 48 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте никеля массой 10,8 г?
3. Определите массу карбоната цинка, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 11,2 л (н.у.).

Вариант 21.

1. Какая масса сероводородной кислоты требуется для нейтрализации гидроксида натрия массой 50 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в бромоводородной цинка массой 26 г?
3. Определите массу  $K_2CO_3$ , растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 448 мл (н.у.).

Вариант 22.

1. Какая масса азотистой кислоты требуется для нейтрализации гидроксида калия массой 21 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте алюминия массой 5,4 г?
3. Определите массу  $CuCO_3$ , растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 0,224 л (н.у.).

Вариант 23.

1. Какая масса селеноводородной кислоты требуется для нейтрализации 3,42 г щёлочи  $Ba(OH)_2$ ?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в йодоводородной кислоте цинка массой 13 г?
3. Определите массу карбоната цезия, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 2,24 л (н.у.).

Вариант 24.

1. Какая масса азотистой кислоты требуется для нейтрализации KOH массой 28 г?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте алюминия массой 1,08 г?
3. Определите массу  $MnCO_3$ , растворённого в избытке соляной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 8,96 л (н.у.).

Вариант 25.

1. Какая масса хлорной кислоты требуется для растворения 10 г оксида цинка?
2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в хлороводородной кислоте магния массой 48 г?
3. Определите массу карбоната кальция, растворённого в избытке соляной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 15,68 л (н.у.).

## Тема 2. Основания. Химические свойства оснований.

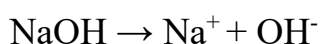
Основания – сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов металла (или иона аммония) и гидроксогрупп  $\text{OH}^-$ . С позиций теории электролитической диссоциации основаниями называются вещества, диссоциирующие в растворах с образованием ионов  $\text{OH}^-$ . С точки зрения протонной теории кислот и оснований к основаниям относятся вещества, способные принимать ион водорода, то есть быть акцепторами протонов. Основания классифицируют по их силе (сильные и слабые), по растворимости (растворимые и нерастворимые), по кислотности (количеству гидроксогрупп).

Сильные растворимые основания называются щелочами, к щелочам относят гидроксиды лития, натрия, калия, рубидия, цезия, бария и стронция, а также малорастворимый гидроксид кальция. К слабым основаниям относятся нерастворимые гидроксиды металлов и водный раствор аммиака, иногда обозначаемый как гидроксид аммония  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

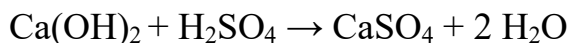
Амфотерными называются гидроксиды, способные проявлять свойства слабых кислот или слабых оснований в зависимости от партнёра по реакции ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ).

Химические свойства оснований:

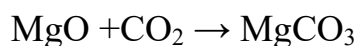
1. Растворимые основания диссоциируют в водных растворах с образованием щелочной среды, изменяющей окраску индикаторов:



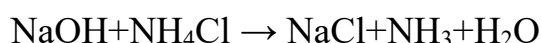
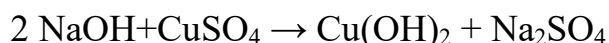
2. Взаимодействуют с кислотами с образованием солей (нейтрализация):



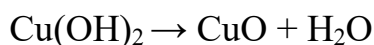
3. Взаимодействуют с кислотными оксидами с образованием солей:



4. Взаимодействуют с солями более слабых оснований:



5. Нерастворимые основания разлагаются при нагревании на оксид и воду:



## Пример решения задачи на расчёт по уравнению реакции

### (избыток-недостаток):

Задача: Какая масса хлорида аммония образуется при взаимодействии хлороводорода массой 7,3 г с аммиаком массой 5,1 г?

Решение:

Дано:  $m(\text{HCl})=7,3$  г;  $m(\text{NH}_3)=5,1$  г. Найти:  $m(\text{NH}_4\text{Cl})=?$

Составляем уравнение реакции:  $\text{HCl} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl}$

I действие: Определяем количество обоих веществ, чтобы определить какое из них расходуется полностью, а какое остаётся в избытке:

$$v(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) / M(\text{HCl}) = 7,3 / 36,5 = 0,2 \text{ моль}$$

$$v(\text{NH}_3) = m(\text{NH}_3) / M(\text{NH}_3) = 5,1 / 17 = 0,3 \text{ моль}$$

По уравнению аммиак и хлороводород взаимодействуют в соотношении 1:1, следовательно, 0,3 моль аммиака – избыток, расчёт проводим по хлороводороду, который полностью вступает в реакцию.

II действие: Из уравнения реакции:  $v(\text{NH}_4\text{Cl}) = v(\text{HCl}) = 0,2$  моль.

III действие: Рассчитываем массу полученной соли:  $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = v(\text{NH}_4\text{Cl}) \cdot M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,2 \cdot 53,5 = 10,7$  г.

Ответ:  $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 10,7$  г.

### Задачи для самостоятельной работы по теме «Основания».

Вариант 1.

1. Какая масса оксида кальция образуется при прокаливании  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  массой 37 г?
2. Определите массу хлорида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 4,48 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г соляной кислоты и 10 г гидроксида натрия.

Вариант 2.

1. Какая масса оксида алюминия образуется при прокаливании  $\text{Al}(\text{OH})_3$  массой 4 г?
2. Определите массу фторида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 2,24 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г бромоводородной кислоты и 10 г гидроксида лития.

Вариант 3.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  массой 18,5 г?
2. Определите массу нитрата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 44,8 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г азотистой кислоты и 10 г гидроксида калия.

Вариант 4.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании  $\text{Al}(\text{OH})_3$  массой 39 г?
2. Определите массу сульфата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 3,36 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г хлороводородной кислоты и 10 г гидроксида цезия.

Вариант 5.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  массой 49 г?
2. Определите массу бромида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 1,12 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г азотной кислоты и 10 г гидроксида рубидия.

Вариант 6.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  массой 5,35 г?
2. Определите массу сульфида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 11,2 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г йодоводородной кислоты и 10 г гидроксида натрия.

Вариант 7.

1. Какая масса оксида меди образуется при прокаливании  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  массой 9,8 г?
2. Определите массу сульфита аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 4,48 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г марганцевой кислоты и 10 г гидроксида калия.

Вариант 8.

1. Какая масса оксида железа образуется при прокаливании  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  массой 10,7 г?
2. Определите массу карбоната аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 2,8 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г хлорной кислоты и 10 г гидроксида лития.

Вариант 9.

1. Какая масса оксида хрома образуется при прокаливании  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  массой 5,15 г?
2. Определите массу ацетата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 1,4 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г синильной кислоты и 10 г гидроксида натрия.

Вариант 10.

1. Какая масса оксида бериллия образуется при прокаливании  $\text{Be}(\text{OH})_2$  массой 43 г?
2. Определите массу фторида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 14 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г хлорной кислоты и 10 г гидроксида лития.

Вариант 11.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании  $\text{Be}(\text{OH})_2$  массой 8,6 г?
2. Определите массу хлората аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 7 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г соляной кислоты и 10 г гидроксида калия.

Вариант 12.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  массой 10,3 г?
2. Определите массу сульфата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 0,7 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г хлороводородной кислоты и 10 г гидроксида цезия.

Вариант 13.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  массой 9 г?
2. Определите массу бромида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 21 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г азотной кислоты и 10 г гидроксида натрия.

Вариант 14.

1. Какая масса оксида железа образуется при прокаливании  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  массой 4,5 г?
2. Определите массу сульфита аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 2,1 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г йодоводородной кислоты и 10 г гидроксида калия.

Вариант 15.

1. Какая масса оксида меди образуется при прокаливании  $\text{CuOH}$  массой 8,1 г?
2. Определите массу сульфита аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 4,48 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г марганцевой кислоты и 10 г гидроксида рубидия.

Вариант 16.

1. Какая масса оксида магния образуется при прокаливании  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  массой 29 г?
2. Определите массу хлорида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 44,8 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г синильной кислоты и 10 г гидроксида натрия.

Вариант 17.

1. Какая масса оксида свинца образуется при прокаливании  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  массой 24,1 г?
2. Определите массу фторида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 1,12 л (н.у.).



3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 20 г бромоводородной кислоты и 10 г гидроксида лития.

Вариант 18.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании  $Mg(OH)_2$  массой 5,8 г?
2. Определите массу нитрата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 4,48 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г азотистой кислоты и 20 г гидроксида калия.

Вариант 19.

1. Какая масса оксида никеля образуется при прокаливании  $Ni(OH)_2$  массой 9,3 г?
2. Определите массу сульфида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 1,4 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 20 г хлорной кислоты и 10 г гидроксида таллия (I).

Вариант 20.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании  $Ni(OH)_2$  массой 18,6 г?
2. Определите массу хлорида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 7 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г азотной кислоты и 10 г гидроксида серебра (I).

Вариант 21.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании  $Co(OH)_2$  массой 62 г?
2. Определите массу сульфата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 22,4 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г хлороводородной кислоты и 10 г гидроксида таллия (I).

Вариант 22.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании  $Co(OH)_3$  массой 11 г?
2. Определите массу бромиды аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 3,36 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 30 г азотной кислоты и 10 г гидроксида лития.

Вариант 23.

1. Какая масса оксида кобальта образуется при прокаливании  $\text{Co}(\text{OH})_2$  массой 31 г?
2. Определите массу сульфита аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 2,24 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 20 г йодоводородной кислоты и 10 г гидроксида калия.

Вариант 24.

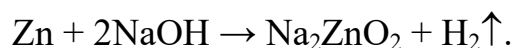
1. Какая масса воды образуется при прокаливании  $\text{CuOH}$  массой 16,2 г?
2. Определите массу сульфата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 33,6 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 20 г марганцевой кислоты и 10 г гидроксида калия.

Вариант 25.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании  $\text{Co}(\text{OH})_3$  массой 22 г?
2. Определите массу сульфида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 2,24 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 20 г бромоводородной кислоты и 10 г гидроксида натрия.

#### Дополнительные задачи:

1. Цинк массой 45,5 г нагрели с 35,68 г  $\text{NaOH}$ . Рассчитайте объём выделившегося водорода (н.у.), по уравнению реакции:



2. Аммиак, выделившийся при взаимодействии 107 г 20% раствора хлорида аммония с 150 г 18% раствора гидроксида натрия полностью прореагировал с 60% фосфорной кислотой с образованием дигидрофосфата аммония. Определить массовую долю хлорида натрия в полученном растворе.

#### **Тема 4. Оксиды. Классификация и химические свойства оксидов.**

Оксидами называются бинарные соединения, содержащие кислород в степени окисления -2. Оксиды делятся на солеобразующие и несолеобразующие (CO, NO, N<sub>2</sub>O).

Солеобразующие оксиды подразделяются на основные (соответствующие основаниям), кислотные (соответствующие кислотам или реагирующие с водой с образованием кислоты) и амфотерные (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO, BeO, SnO, PbO).

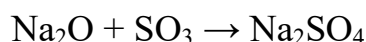
Как правило, оксиды можно получить прямой реакцией простых веществ с кислородом.

#### **Химические свойства основных оксидов**

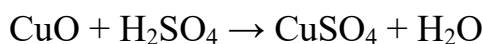
1. Растворимые в воде основные оксиды вступают в реакцию с водой, образуя основания:



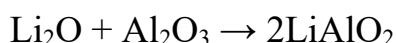
2. Взаимодействуют с кислотными оксидами, образуя соли:



3. Реагируют с кислотами, образуя соль и воду:

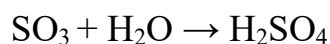


4. Реагируют с амфотерными оксидами:

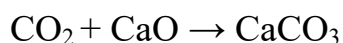


#### **Химические свойства кислотных оксидов**

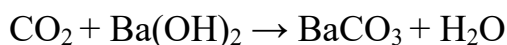
1. Растворимые в воде кислотные оксиды взаимодействуют с водой, образуя кислоту:



2. Реагируют с основными оксидами с образованием соли:

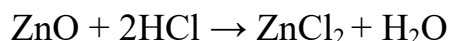


3. Взаимодействуют со щелочами:

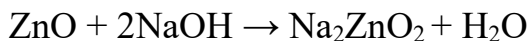


## Химические свойства амфотерных оксидов

1. Взаимодействуют с кислотами, образуя соль и воду:



2. Реагируют с твёрдыми щелочами (при сплавлении), образуя в результате реакции соль и воду:



При взаимодействии оксида цинка с раствором щелочи) протекает другая реакция:



Амфотерные оксиды обычно не растворяются в воде и не реагируют с ней.

### Пример решения задачи на расчет массовой доли вещества

Массовая доля вещества – отношение массы данного вещества в системе к массе всей системы:  $\omega(\text{X}) = m(\text{X})/m$ ,

где  $\omega(\text{X})$  – массовая доля вещества X, выражается в долях от единицы или в процентах,

$m(\text{X})$  – масса вещества X,

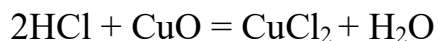
$m$  – масса всей системы.

Задача: Какая масса 10% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения CuO массой 20 г?

Решение:

Дано:  $m(\text{CuO})=20$  г;  $\omega(\text{HCl})=0,1$ . Найти:  $m(\text{p-раHCl})=?$

Составляем уравнение реакции:



I действие: Определяем количество вещества оксида меди:

$$\nu(\text{CuO}) = m(\text{CuO}) / M(\text{CuO}) = 20 / (64 + 16) = 0,25 \text{ моль}$$

II действие: Из уравнения реакции:  $\nu(\text{HCl}) = 2 \nu(\text{CuO}) = 0,5$  моль.

III действие:  $m(\text{HCl}) = \nu(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,5 \cdot 36,5 = 18,25$  г.

Массу раствора соляной кислоты можно найти из формулы массовой доли:

$$m(\text{p-раHCl}) = m(\text{HCl}) / \omega(\text{HCl}) = 18,25 / 0,1 = 182,5 \text{ г}$$

Ответ:  $m(\text{p-раHCl}) = 182,5$  г

## Задачи для самостоятельной работы по теме «Оксиды»

### Вариант 1.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  углекислого газа объёмом 28 л (н.у.)?
2. Какая масса 5% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения  $\text{CuO}$  массой 10 г?
3. Определите массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 40 г триоксида серы.

### Вариант 2.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  углекислого газа объёмом 14 л (н.у.)?
2. Какая масса 15% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения  $\text{ZnO}$  массой 20 г?
3. Определите массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 20 г оксида серы (VI).

### Вариант 3.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  сернистого газа объёмом 28 л (н.у.)?
2. Какая масса 10% раствора серной кислоты требуется для растворения 10 г  $\text{CuO}$ ?
3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 30 г оксида  $\text{SO}_3$ .

### Вариант 4.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  углекислого газа объёмом 22,4 л (н.у.)?
2. Какая масса 15% раствора серной кислоты требуется для полного растворения  $\text{ZnO}$  массой 20 г?
3. Определите массовую долю ортофосфорной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 20 г оксида фосфора (V).

### Вариант 5.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  углекислого газа объёмом 2,8 л (н.у.)?

2. Какая масса 5% раствора азотной кислоты требуется для полного растворения  $\text{CuO}$  массой 16 г?
3. Определите массовую долю сернистой кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 32 г диоксида серы.

Вариант 6.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Ba(OH)}_2$  сернистого газа объёмом 4,48 л (н.у.)?
2. Какая масса 5% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения  $\text{FeO}$  массой 36 г?
3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 20 г оксида азота (V).

Вариант 7.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Ca(OH)}_2$  серного газа объёмом 28 л (н.у.)?
2. Какая масса 10% раствора серной кислоты требуется для полного растворения  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  массой 20 г?
3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 30 г оксида  $\text{P}_2\text{O}_3$ .

Вариант 8.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Sr(OH)}_2$  серного газа объёмом 11,2 л (н.у.)?
2. Какая масса 10% раствора азотной кислоты требуется для полного растворения  $\text{Al}_2\text{O}_3$  массой 23 г?
3. Определите массовую долю метафосфорной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 20 г оксида фосфора (V).

Вариант 9.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Ba(OH)}_2$  серного газа объёмом 5,6 л (н.у.)?
2. Какая масса 15% раствора хлороводородной кислоты требуется для полного растворения  $\text{MgO}$  массой 10 г?

3. Определите массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 40 г триоксида серы.

Вариант 10.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  углекислого газа объёмом 3,36 л (н.у.)?

2. Какая масса 15% раствора натриевой щёлочи требуется для полного растворения  $\text{SiO}_2$  массой 30 г?

3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 10 г оксида серы (VI).

Вариант 11.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  сернистого газа объёмом 33,6 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора азотной кислоты требуется для полного растворения оксида  $\text{BeO}$  массой 10 г?

3. Определите массовую долю щёлочи в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 15,3 г оксида  $\text{BaO}$ .

Вариант 12.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  оксида углерода (IV) объёмом 2,24 л (н.у.)?

2. Какая масса 15% раствора азотной кислоты требуется для полного растворения  $\text{PbO}$  массой 22,3 г?

3. Определите массовую долю щёлочи в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 13 г оксида натрия.

Вариант 13.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  диоксида серы объёмом 8,96 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора гидроксида натрия требуется для полного растворения  $\text{SiO}_2$  массой 10 г?

3. Определите массовую долю щёлочи в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 7,77 г оксида бария.

Вариант 14.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  триоксида серы объёмом 448 мл (н.у.)?
2. Какая масса 5% раствора бромоводородной кислоты требуется для полного растворения оксида  $\text{SnO}$  массой 13,5 г?
3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 40 г оксида азота (V).

Вариант 15.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  серного газа объёмом 33,6 л (н.у.)?
2. Какая масса 10% раствора уксусной кислоты требуется для полного растворения  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  массой 10 г?
3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 15 г оксида фосфора (III).

Вариант 16.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  триоксида серы объёмом 2,24 л (н.у.)?
2. Какая масса 5% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  массой 10 г?
3. Определите массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 11,2 л (н.у.) диоксида серы.

Вариант 17.

1. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  с оксидом азота (V) объёмом 5,6 л (н.у.)?
2. Какая масса 5% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения  $\text{MnO}$  массой 10 г?
3. Определите массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 100 г воды и 22,4 л (н.у.) триоксида серы.

Вариант 18.

1. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора  $\text{NaOH}$  с оксидом азота (V) объёмом 11,2 л (н.у.)?



2. Какая масса 10% раствора серной кислоты требуется для растворения 10 г  $\text{CoO}$ ?
3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 300 г воды и 5,6 л (н.у.) оксида  $\text{SO}_3$ .

Вариант 19.

1. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора  $\text{KOH}$  с оксидом азота (III) объёмом 11,2 л (н.у.)?
2. Какая масса 10% раствора  $\text{NaOH}$  для полного растворения  $\text{ZnO}$  массой 20 г?
3. Определите массовую долю фосфористой кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 200 г воды и 10 г оксида фосфора (III).

Вариант 20.

1. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора  $\text{Ba(OH)}_2$  и оксида азота (V) объёмом 5,6 л (н.у.)?
2. Какая масса 5% раствора азотной кислоты требуется для полного растворения  $\text{MgO}$  массой 10 г?
3. Определите массовую долю сернистой кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 300 г воды и 8,96 л (н.у.) диоксида серы.

Вариант 21.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Ba(OH)}_2$  углекислого газа объёмом 4,48 л (н.у.)?
2. Какая масса 5% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения оксида  $\text{NiO}$  массой 36 г?
3. Определите массовую долю щёлочи в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 20 г оксида натрия.

Вариант 22.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Ca(OH)}_2$  серного газа объёмом 22,4 л (н.у.)?
2. Какая масса 10% раствора серной кислоты требуется для полного растворения  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  массой 20 г?
3. Определите массовую долю фосфористой кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 300 г воды и 10 г оксида  $\text{P}_2\text{O}_3$ .

Вариант 23.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  триоксида серы объёмом 1,12 л (н.у.)?
2. Какая масса 10% раствора азотной кислоты требуется для полного растворения  $\text{Al}_2\text{O}_3$  массой 6,9 г?
3. Определите массовую долю метафосфорной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 300 г воды и 10 г оксида фосфора (V).

Вариант 24.

1. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  и оксида азота (III) объёмом 4,48 л (н.у.)?
2. Какая масса 10% раствора бромоводородной кислоты требуется для полного растворения  $\text{MgO}$  массой 10 г?
3. Определите массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и триоксида серы объёмом 3,36 л (н.у.).

Вариант 25.

1. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  и оксида азота (V) объёмом 2,24 л (н.у.)?
2. Какая масса 10% раствора калиевой щёлочи требуется для полного растворения  $\text{SiO}_2$  массой 20 г?
3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 300 г воды и оксида серы (VI) объёмом 3,36 л (н.у.).

**Дополнительные задачи**

1. Через 0,0464 л 18% раствора  $\text{NaOH}$  плотностью 1,197 г/мл пропустили 8,5 г сероводорода. Вычислить массовую долю соли в полученном растворе.
2. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в растворе, полученном после сливания 14,7 г. 10% раствора серной кислоты и 200 г 1,04% раствора  $\text{BaCl}_2$ .
3. К раствору  $\text{NaOH}$  массой 1200 г прибавили 490 г 40% раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Для нейтрализации полученного раствора потребовалось 143 г кристаллической соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Вычислить массовую долю  $\text{NaOH}$  в исходном растворе.

## Тема 5. Соли. Кристаллогидраты.

Соли - сложные вещества, состоящие из атомов металла (или более сложных катионных групп) и кислотных остатков. С точки зрения теории электролитической диссоциации это электролиты, диссоциирующие в водных растворах на катионы металла (или аммония  $\text{NH}_4^+$ ) и анионы кислотного остатка.

По составу соли подразделяют на средние (нормальные), кислые (гидросоли), основные (гидроксосоли), двойные, смешанные и комплексные (см. таблицу).

Многие соли выделяются из водных растворов в виде кристаллогидратов - веществ, в кристаллы которых входят молекулы воды, такая вода называется кристаллизационной. Состав кристаллогидратов принято изображать формулами, показывающими, какое количество кристаллизационной воды содержит кристаллогидрат. Например, кристаллогидрат сульфата меди (медный купорос), содержащий на один моль  $\text{CuSO}_4$  пять молей воды, изображается формулой  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , кристаллогидрат сульфата натрия (глауберова соль) - формулой  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

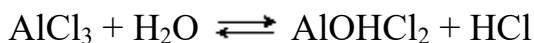
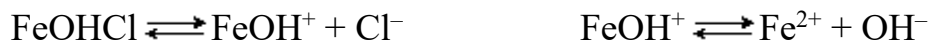
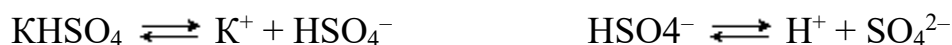
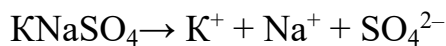
Таблица. Классификация солей по составу

Средние (нормальные)	Кислые (гидросоли)	Основные (гидроксосоли)	Двойные	Комплексные
продукт полного замещения атомов водорода в кислоте на металл $\text{AlCl}_3$	продукт неполного замещения атомов водорода в кислоте на металл $\text{KHSO}_4$ $\text{CaHPO}_4$ $\text{NaH}_2\text{PO}_4$	продукт неполного замещения $\text{OH}^-$ -групп основания на кислотный остаток $\text{FeOHCl}$	содержат два разных металла и один кислотный остаток $\text{KNaSO}_4$	содержат комплексный катион и/или комплексный анион $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ $\text{K}_3[\text{Fe}_3(\text{CN})_6]$

### Химические свойства солей

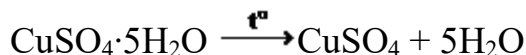
1. Диссоциация: средние и двойные соли, растворимые в воде, диссоциируют полностью, у кислых и основных солей диссоциация происходит ступенчато. Растворимые соли, образованные хотя бы одним слабым электролитом, подвергаются гидролизу. Растворы таких солей могут иметь щелочную или кислую среду и взаимодействовать с индикаторами:



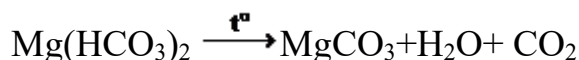


2. Разложение при нагревании.

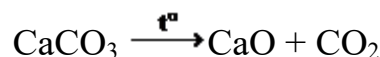
Кристаллогидраты солей при нагревании теряют кристаллизационную воду:



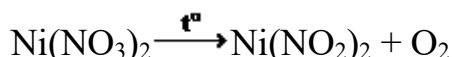
Гидрокарбонаты при нагревании (кальцинировании) переходят в карбонаты:



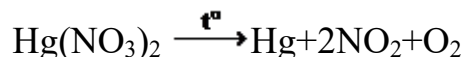
Карбонаты, сульфиты, сульфаты при нагревании могут разлагаться на оксид металла и кислотный оксид:



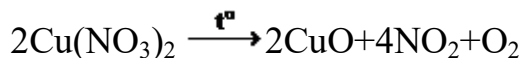
Нитраты от щелочных металлов (кроме лития) до магния и нитрат никеля (II) разлагаются при нагревании на нитрит металла и кислород:



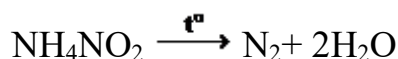
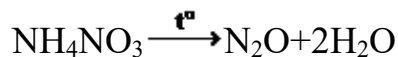
Нитраты металлов после меди ( $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{AgNO}_3$ ) разлагаются до свободного металла, диоксида азота и кислорода:



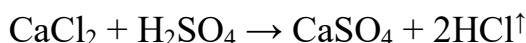
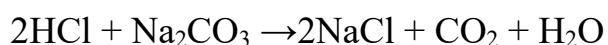
Нитраты остальных металлов (в том числе лития, магния и меди) разлагаются на оксид металла, диоксида азота и кислород:



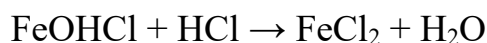
Нитрат и нитрит аммония:



3. Взаимодействие с кислотами: если соль образована более слабой (летучей) кислотой, или в результате реакции выпадает осадок, соли вступают с кислотами в реакции обмена:



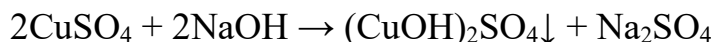
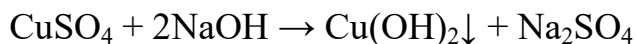
Основные соли при действии кислот переходят в средние:



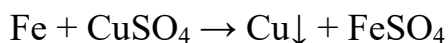
Средние соли, образованные многоосновными кислотами, при взаимодействии с ними образуют кислые соли:



4. Взаимодействие со щелочами. Со щелочами реагируют соли, катионам которых соответствуют нерастворимые гидроксосоли или основания.



5. Взаимодействие с металлами: каждый предыдущий (более активный) металл в ряду напряжений вытесняет последующий за ним из раствора его соли:



### Пример решения задачи на расчет массовой доли вещества

Массовая доля вещества – отношение массы данного вещества в системе к массе всей системы:  $\omega(\text{X}) = m(\text{X})/m$ ,

где  $\omega(\text{X})$  – массовая доля вещества X, выражается в долях от единицы или в процентах

$m(\text{X})$  – масса вещества X,

$m$  – масса всей системы.

Задача: Выведите формулу кристаллогидрата сульфата железа (II), если при прокаливании 3,5 г кристаллогидрата остаётся 1,91 г безводной соли.

Решение:

Дано:  $m(\text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 3,5$  г;  $m(\text{FeSO}_4) = 1,91$  г. Найти:  $n$ -?

Составляем уравнение реакции:  $\text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{FeSO}_4 + n\text{H}_2\text{O}$

1 действие: Определяем количество вещества сульфата железа:

$$\nu(\text{FeSO}_4) = m(\text{FeSO}_4) / M(\text{FeSO}_4) = 1,91 / 152 = 0,0126 \text{ моль}$$

2 действие: Из уравнения реакции:  $\nu(\text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{FeSO}_4) = 0,01256$  моль.

3 действие: Рассчитываем молярную массу кристаллогидрата:

$$M(\text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = m(\text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) / \nu(\text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 3,5 / 0,0126 = 278 \text{ г.}$$

Количество моль кристаллизационной воды можно найти из формулы молярной

массы:  $M(\text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = M(\text{FeSO}_4) + n M(\text{H}_2\text{O})$

$$278 = 152 + 18n \quad n = 7$$

Ответ:  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

### Задачи для самостоятельной работы по теме «Соли» .

#### Вариант 1.

1. Какая масса карбоната кальция образуется при кипячении раствора, содержащего 10 г гидрокарбоната кальция?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 36,5 г соляной кислоты и гидроксида меди (II) массой 49 г?
3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата натрия, если при прокаливании 2,1110 г кристаллогидрата остаётся 0,9470 г безводной соли.

#### Вариант 2.

1. Какая масса карбоната магния образуется при кипячении раствора, содержащего 10 г гидрокарбоната магния?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 7,3 г соляной кислоты и гидроксида железа (III) массой 10,7 г?
3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида марганца (II), если при прокаливании 2,55 г кристаллогидрата остаётся 1,6226 г безводной соли.

#### Вариант 3.

1. Какая масса средней соли образуется при прокаливании 10 г  $\text{NaHCO}_3$ ?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 36,5 г соляной кислоты и гидроксида меди массой 49 г?
3. Выведите формулу кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{RuO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  если при прокаливании 1,1450 г кристаллогидрата остаётся 1,0550 г безводной соли.

#### Вариант 4.

1. Какая масса кальцинированной соды образуется при прокаливании 10 г гидрокарбоната натрия?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г серной кислоты и гидроксида калия массой 5,6 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата кальция, если при прокаливании 4,3044 г кристаллогидрата выделяется 0,9006 г воды.

Вариант 5.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата калия массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 4,9 г серной кислоты и гидроксида калия массой 5,6 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата фосфата железа (III), если при прокаливании 1,6700 г кристаллогидрата остаётся 1,1921 г безводной соли

Вариант 6.

1. Какая масса карбоната кальция подверглась термическому разложению, если объём выделившегося углекислого газа составил 3,36 л (н.у.)?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 4,9 г ортофосфорной кислоты и гидроксида натрия массой 4 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  если при прокаливании 1,9071 г кристаллогидрата остаётся 1,0063 г безводной соли

Вариант 7.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата меди (II) массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г ортофосфорной кислоты и гидроксида натрия массой 4 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида магния, если при прокаливании 6,099 г кристаллогидрата выделяется 3,243 г воды

Вариант 8.

1. Какой объём диоксида азота (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата меди (II) массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г ортофосфорной кислоты и гидроксида натрия массой 12 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата  $\text{K}_2\text{OsO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  если при прокаливании 1,8440 г кристаллогидрата остаётся 1,6620 г безводной соли

Вариант 9.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата натрия массой 10 г?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 14,6 г соляной кислоты и гидроксида меди (II) массой 19,6 г?
3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида кальция, если при прокаливании 3,65 г кристаллогидрата выделяется 1,8 г воды

Вариант 10.

1. Какая масса карбоната бария образуется при кипячении раствора, содержащего 10 гидрокарбоната бария?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора, содержащего 16 г гидроксида натрия, и углекислого газа объёмом 4,48 л (н.у.)?
3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата кальция, если при прокаливании 2,1522 г кристаллогидрата остаётся 1,7019 г безводной соли.

Вариант 11.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  массой 10 г?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 3,3 г сероводородной кислоты и гидроксида калия массой 5,6 г?
3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата натрия, если при прокаливании 4,222 г кристаллогидрата выделяется 2,328 г воды.

Вариант 12.

1. Какая масса карбоната цинка подверглась термическому разложению, если объём выделившегося углекислого газа составил 2,24 л (н.у.)?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 24,5 г ортофосфорной кислоты и гидроксида кальция массой 18,5 г?
3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида магния, если при прокаливании 2,0333 г кристаллогидрата остаётся 0,9523 г безводной соли.

Вариант 13.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата железа (II) массой 10 г?



2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г ортофосфорной кислоты и гидроксида магния массой 5,8 г?
3. Выведите формулу кристаллогидрата  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , если при прокаливании 3,34 г кристаллогидрата выделяется 0,9558 г воды.

Вариант 14.

1. Какой объём диоксида азота (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата ртути (II) массой 10 г?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 22,4 л (н.у.) сероводорода и такого же объёма аммиака?
3. Выведите формулу кристаллогидрата карбоната натрия, если при прокаливании 7,15 г кристаллогидрата остаётся 2,65 г безводной соли.

Вариант 15.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата серебра массой 10 г?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 8,96 л хлороводорода (н.у.) и гидроксида меди (II) массой 19,6 г?
3. Выведите формулу кристаллической соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , если при прокаливании 4,29 г кристаллогидрата выделяется 2,7 г воды.

Вариант 16.

1. Какая масса нитрата никеля подверглась термическому разложению, если в результате реакции выделился газ объёмом 2,24 л?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 36,5 г соляной кислоты и гидроксида меди (II) массой 98 г?
3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата магния, если при прокаливании 45,6 г кристаллогидрата остаётся 24 г безводной соли.

Вариант 17.

1. Какой объём углекислого газа выделяется при кипячении раствора, содержащего 10 г гидрокарбоната магния?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 14,6 г соляной кислоты и гидроксида железа (III) массой 10,7 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата магния, если при прокаливании 22,8 г кристаллогидрата выделяется 10,8 г воды.

Вариант 18.

1. Какой объём газа выделяется при прокаливании 10 г карбоната кальция?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 36,5 г соляной кислоты и гидроксида меди массой 9,8 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата карбоната магния, если при прокаливании 2,07 г кристаллогидрата остаётся 1,26 г безводной соли.

Вариант 19.

1. Какой объём газа выделяется при прокаливании 10 г нитрата лития?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г серной кислоты и гидроксида рубидия массой 50 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата карбоната магния, если 41,7 г кристаллогидрата теряют при обезвоживании 16,2 г воды.

Вариант 20.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата серебра массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 40 г сернистой кислоты и гидроксида калия массой 56 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида марганца (II), если при прокаливании 10 г кристаллогидрата остаётся 6,363 г безводной соли.

Вариант 21.

1. Какая масса карбоната бария подверглась термическому разложению, если объём выделившегося углекислого газа составил 3,36 л (н.у.)?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 4,9 г ортофосфорной кислоты и гидроксида натрия массой 8 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида марганца (II), если при прокаливании 20 г кристаллогидрата выделяется 7,274 г воды.

Вариант 22.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата железа (II) массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г ортофосфорной кислоты и гидроксида натрия массой 16 г?
3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата натрия, если при прокаливании 10 г кристаллогидрата выделяется 4,7 г воды.

Вариант 23.

1. Какой объём диоксида азота (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата магния (II) массой 10 г?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г ортофосфорной кислоты и гидроксида натрия массой 24 г?
3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата натрия, если при прокаливании 20 г кристаллогидрата остается 10,6 г воды безводной соли.

Вариант 24.

1. Какой объём газа образуется при термическом разложении 10 г хлорида аммония?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 14,6 г соляной кислоты и гидроксида меди (II) массой 19,6 г?
3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида бария, если при прокаливании 10 г кристаллогидрата выделяется 1,475 г воды.

Вариант 25.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата лития массой 10 г?
2. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора, содержащего 16 г гидроксида натрия, и углекислого газа объёмом 2,24 л (н.у.)?
3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида бария, если при прокаливании 5 г кристаллогидрата образуется 4,2625 г сухого остатка.

## Тема 6. Генетическая связь неорганических веществ

**Генетическая связь** — это связь между веществами разных классов, основанная на их взаимопревращениях и отражающая единство их происхождения.

**Генетический ряд** - ряд веществ-представителей разных классов неорганических соединений, являющихся соединениями одного химического элемента, связанных взаимопревращениями и отражающих общность происхождения этих веществ.

### Основные признаки генетических рядов:

1. Все вещества одного ряда должны быть образованы одним химическим элементом:  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl}$  – генетический ряд хлора.

2. Вещества, образованные одним и тем же элементом, должны принадлежать к различным классам химических веществ.

3. Вещества, образующие генетический ряд элемента, должны быть связаны между собой взаимопревращениями. Ряд называется полным, если он начинается и заканчивается простым веществом, и неполным, если заканчивается другим веществом.

Выделяют следующие генетические ряды:

1. Генетический ряд металлов, гидроксиды которых являются основаниями (щелочами): металл  $\rightarrow$  основной оксид  $\rightarrow$  основание (щелочь)  $\rightarrow$  соль

Например:  $\text{Ca} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2$

2. Генетический ряд металлов, которые образуют амфотерные гидроксиды:

металл  $\rightarrow$  амфотерный оксид  $\rightarrow$  соль  $\rightarrow$  амфотерный гидроксид  $\rightarrow$  соль

Например:  $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2$

Оксид цинка с водой не взаимодействует, поэтому из него сначала получают соль, а затем гидроксид цинка. Так же поступают, если металлу соответствует нерастворимое основание.

3. Генетический ряд неметаллов (неметаллы образуют только кислотные оксиды):

неметалл  $\rightarrow$  кислотный оксид  $\rightarrow$  кислота  $\rightarrow$  соль

Например:  $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4$

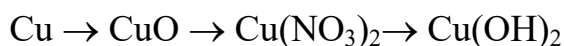
Переход от одного вещества к другому осуществляется с помощью химических реакций

## Задачи для самостоятельной работы по теме «Генетическая связь»

1. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу гидроксида никеля (II), полученного из 15 г никеля:



2. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу гидроксида меди (II), полученного из 13 г меди:



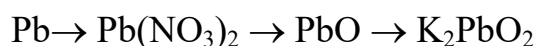
3. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу висмута, полученного из 10 г исходной соли:



4. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу гидроксида кобальта (II), необходимого для получения 20 г металлического кобальта:



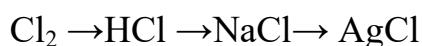
5. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу плюмбита натрия, полученного из 10 г металлического свинца:



6. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу фосфора, необходимого для получения 100 г ортофосфата калия:



7. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу хлорида серебра, полученного из 44,8 л хлора (н.у.):



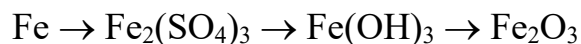
8. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу хрома, необходимого для получения 10 г гидроксида хрома (III):



9. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу оксида олова (II), необходимого для получения 10 г станнита натрия:



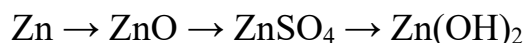
10. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу оксида железа (III), полученного из 10 г металлического железа



11. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу хлорида кальция, полученного из 10 г металлического кальция:



12. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу гидроксида цинка, полученного из 10 г металлического цинка:



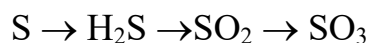
13. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу алюминия, необходимого для получения 10 г гидроксида алюминия:



14. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу сульфита натрия, полученного из 32 г серы:



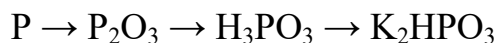
15. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу серы, необходимой для получения 3,36 л триоксида серы (н.у.):



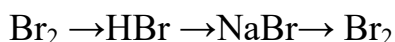
16. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу азотной кислоты, полученной из азота объёмом 8,96 л (н.у.):



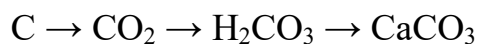
17. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу гидрофосфита калия, полученного из 10 г фосфора:



18. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу бромида натрия, полученного из 10 г брома:



19. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу карбоната кальция, полученного из углекислого газа объёмом 2,24 л (н.у.):



20. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу нитрита натрия, полученного из 10 г металлического натрия:



21. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу магния, необходимого для получения 10 г гидроксида магния:



22. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу гидроксида бериллия, полученного из 10 г бериллия:



23. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу кремниевой кислоты, полученной из 10 г кремния:



24. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу нитрита аммония, полученного из азота объёмом 8,96 л (н.у.):



25. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу лития, необходимого для получения сульфата лития массой 10 г:



#### Дополнительные задачи:

1. В 250 мл воды растворили 4,2 г лития, затем добавили 200 г 20% раствора сульфата меди (II). Определите массовую долю соли в полученном растворе.

2. К 100 г 8% раствора гидроксида натрия прилили раствор, содержащий 24 г сульфата меди. Осадок отфильтровали, высушили, прокалили и взвесили. Масса твердого остатка составила 7,6 г. Вычислить выход реакции в процентах от теоретически возможного.

3. В 500 г 10% раствора гидроксида натрия растворили 3,22 г металлического натрия. Найти массовую долю гидроксида натрия в образовавшемся растворе.

## Список литературы

*Карпетьянц М.Х., Дракин С.И.* Общая и неорганическая химия.: учебник 5-е изд. Изд-во Книжный дом «Либроком» 2015. 592 с.

*Глинка Н.Л.* Общая химия.: учебник / под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. 18-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во «Юрайт»; ИД «Юрайт», 2011. 886 с.

*Глинка Н.Л.* Общая химия. Задачи и упражнения: учебно-практическое пособие. Изд-во «Юрайт»; ИД «Юрайт», 2014. 240 с.

*Хомченко И.Г.* Общая химия. Сборник задач и упражнений. Изд-во «Новая волна», 2011. 256 с.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Р. А. Апакашев, В. В. Павлов

# **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ХИМИИ**

Утверждено Редакционно-издательским советом  
Уральского государственного горного университета  
в качестве учебного пособия

Екатеринбург – 2021

УДК 546  
А76

Рецензенты: кафедра «Технология сварочного производства» механико-машиностроительного факультета УГГУ - УПИ, зав. кафедрой Шалимов М.П., профессор, д-р техн. наук; Фетисов А.В., ведущий научный сотрудник лаборатории статики и кинетики процессов Института металлургии УрО РАН, д-р хим. наук, Красиков С.А., ведущий научный сотрудник лаборатории пирометаллургии цветных металлов Института металлургии УрО РАН, д-р техн. наук.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета  
Уральского государственного горного университета

**Апакашев Р.А., Павлов В.В.**

А76 Теоретические основы общей химии: учебное пособие / Р.А. Апакашев, В.В. Павлов; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд - во УГГУ, 2008. - 240 с.

Пособие соответствует дисциплине «Химия» направления 150400 «Технологические машины и оборудование» высшего профессионального образования для подготовки инженеров.

Рассмотрены энергетика и кинетика химических реакций, химическое равновесие, химия растворов, современные представления о строении атомов и различных типах химической связи, комплексные соединения, а также окислительно-восстановительные процессы, коррозия и защита металлов. Изложение теоретического материала сопровождается примерами решения прикладных задач, учитывающих специфику вуза горного профиля. Приведены контрольные вопросы и задания для самостоятельного решения.

Учебное пособие предназначено для студентов первого курса, обучающихся по специальности «Горные машины и оборудование».

Рис. 23. Табл. 11. Библиогр. 7 назв.

УДК 546

© Уральский государственный  
горный университет, 2021  
© Апакашев Р. А., Павлов В. В., 2021

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Для студентов высших технических учебных заведений изучение химии составляет часть учебной программы по избранной специальности. Причем такими специальностями в горном университете являются практически все, имеющие отношение к поиску, разведке, добыче и обогащению полезных ископаемых.

Дело в том, что химия, также как математика, физика является фундаментальной наукой. Практически в любой отрасли горного дела приходится сталкиваться с технологическими свойствами различных веществ, например, с их твердостью, прочностью, активностью при взаимодействии с другими веществами или устойчивостью к внешним условиям. В отечественной и зарубежной практике ведения горных работ все более широкое применение находит высокопроизводительная разработка месторождений полезных ископаемых, обеспечивающая полное извлечение и охрану недр с меньшими затратами на добычу минерального сырья и снижение отрицательного влияния на окружающую природную среду. Поэтому химия, как наука, имеет важное значение в образовательном процессе студентов специальности «Горные машины и оборудование», будущая профессиональная деятельность которых связана с решением вопросов технологии и техники экологически безопасной разработки месторождений в условиях высокопроизводительной механизированной добычи полезных ископаемых.

Успешный поиск и разведка месторождений полезных ископаемых, оценка пригодности водного бассейна к практическому использованию, идентификация вещества, определение возраста горных пород, проектирование и создание высокотехнологичного горного оборудования тесно связаны с химической наукой. Уровень компетентности горного инженера будет несомненно выше, если он освоит в вузе и сумеет использовать в своей производственной деятельности базовые знания в области химии.

# Глава 1

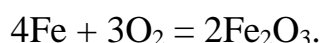
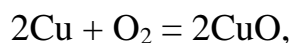
## КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

### 1.1. ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И МИНЕРАЛЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Вещества, окружающие нас в природе и представленные в земной коре, принято делить на простые и сложные. Простые вещества состоят из атомов одного химического элемента, сложные – из атомов различных элементов.

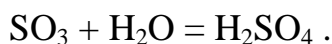
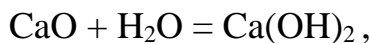
Традиционно простые вещества по физическим и химическим свойствам подразделяют на две группы: металлы и неметаллы. Для металлов обычно характерны металлический блеск, ковкость, тягучесть – свойства, как правило, отсутствующие у неметаллов. Однако основным критерием принадлежности простого вещества к той или иной группе является химический характер соединений, образующихся в результате взаимодействия этого вещества с кислородом и водой.

Среди сложных веществ, состоящих из атомов различных элементов, выделяют химические соединения неорганического и органического происхождения. В свою очередь, например, неорганические соединения могут классифицироваться по составу или по свойствам (функциональным признакам). Так, по составу возможно деление на бинарные, состоящие из атомов двух элементов, и многоэлементные соединения. К бинарным соединениям относятся оксиды, образующиеся при взаимодействии атомов химического элемента с кислородом:



Важную группу сложных по составу соединений образуют гидроксиды. Гидроксиды можно рассматривать как соединения оксидов с водой. При этом

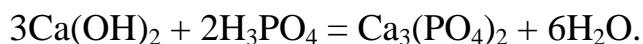
оксиды металлов обычно образуют основания, а оксиды неметаллов – кислоты:



В состав молекулы основания входят ион металла и соответствующее его заряду число групп  $\text{OH}^-$ . Многие основания мало растворимы в воде. Хорошо растворимые основания, такие как  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ , называют щелочами.

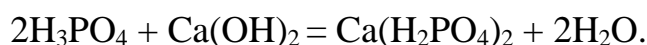
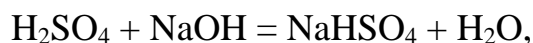
Молекулы кислот содержат один или несколько ионов водорода и кислотный остаток.

Между собой кислоты и основания реагируют с образованием солей, например:



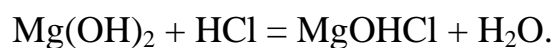
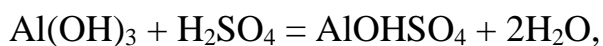
Соль, молекула которой содержит основной остаток без ионов  $\text{OH}^-$  (ион металла) и кислотный остаток без ионов  $\text{H}^+$  является средней. С учетом зарядов остатков составляют формулу соли, помня, что молекула любого вещества электрически нейтральна. Так, основной остаток  $\text{Ca}^{2+}$  образует с кислотным остатком  $\text{PO}_4^{3-}$  среднюю соль  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

В тех случаях, когда для нейтрализации кислоты взято недостаточно основания, часть ионов водорода кислоты остается незамещенной на ионы металла. Образующиеся при этом соли, содержащие незамещенные ионы водорода исходной кислоты, называют кислыми. Например, кислые соли  $\text{NaHSO}_4$  и  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  могут быть получены следующим образом:



В противоположном случае, при недостатке кислоты, образуются основные соли, содержащие гидроксильные группы исходного основания, не

замещенные на кислотные остатки. Например:

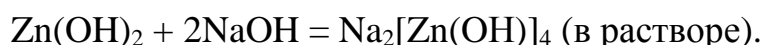
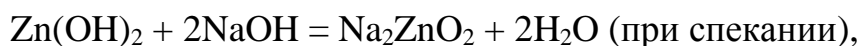
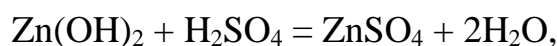


Очевидно, что основные соли образуются основаниями, в состав молекулы которых входит несколько групп  $\text{OH}^-$ . Соответственно, образование кислых солей возможно для тех кислот, в молекуле которых более одного иона водорода.

Кроме средних, кислых и основных известны двойные соли, примерами которых могут служить  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  и  $\text{Ca}_5(\text{F,Cl})(\text{PO}_4)_3$ . Как видно из приведенных формул, двойная соль содержит одновременно либо разные металлы при одном и том же кислотном остатке, либо разные кислотные остатки при одном и том же ионе металла.

Помимо основных и кислотных оксидов с соответствующими им гидроксидами известны амфотерные оксиды и гидроксиды, способные проявлять как кислотные, так и основные свойства.

Амфотерные гидроксиды, например,  $\text{Zn(OH)}_2$ ,  $\text{Sn(OH)}_2$ ,  $\text{Pb(OH)}_2$ ,  $\text{Al(OH)}_3$ ,  $\text{Sb(OH)}_3$ ,  $\text{Cr(OH)}_3$ , образуют соли при взаимодействии как с кислотами, так и с основаниями. При взаимодействии с кислотами амфотерные гидроксиды проявляют свойства оснований, а при взаимодействии с основаниями - свойства кислот:



Большинство рассмотренных выше типов неорганических соединений встречается в земной коре в виде минералов. Агрегаты из различных минералов представляют собой горные породы. Известно, что в земной коре со-

держится около 3000 минералов. В таблице 1.1 приведены наиболее распространенные из них.

Таблица 1.1

**Распространенные минералы земной коры**

Название минерала	Химическая формула	Название минерала	Химическая формула
Кальцит	$\text{CaCO}_3$	Гематит	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
Халькопирит	$\text{CuFeS}_2$	Малахит	$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$
Киноварь	$\text{HgS}$	Пирит	$\text{FeS}_2$
Корунд	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Перовскит	$\text{CaTiO}_3$
Флюорит	$\text{CaF}_2$	Кварц	$\text{SiO}_2$
Галенит	$\text{PbS}$	Тальк	$\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)_2(\text{OH})_2$
Гипс	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Бирюза	$\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Галит	$\text{NaCl}$	Вульфенит	$\text{PbMoO}_4$
Доломит	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	Апатит	$\text{Ca}_5(\text{F,Cl})(\text{PO}_4)_3$

Каждый минерал обладает определенным химическим составом, исходя из которого он может быть отнесен к конкретному классу химических соединений. Так, состав минерала галенита  $\text{PbS}$  отвечает средней соли, доломита  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  и апатита  $\text{Ca}_5(\text{F,Cl})(\text{PO}_4)_3$  - двойной соли, а состав малахита  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  – основной соли. Есть минералы, являющиеся по своему составу гидроксидами: сассолин  $\text{H}_3\text{BO}_3$  - кислотный гидроксид, брусит  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  - основной гидроксид. Любой минерал характеризуется вполне определенными химическими свойствами, соответствующими свойствам того класса соединений, к которому он может быть отнесен. Поэтому, например, ориентируясь в химических свойствах солей, как класса соединений, можно охарактеризовать типичные химические свойства всех тех минералов, состав которых выражается формулой соли.

## 1.2. НОМЕНКЛАТУРА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Номенклатура неорганических соединений – важная часть знаний в области химии. Название химического соединения может отражать его состав, т.е. эмпирическую формулу. Такое название относят к систематическим. В настоящее время общепринятой является систематическая номенклатура Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК). Кроме систематических на практике применяются устоявшиеся традиционные или тривиальные (условные) названия.

Рассмотрим примеры систематической номенклатуры различных соединений, сопровождая их традиционными названиями.

**Оксиды.** В номенклатуре ИЮПАК оксидам придают характерный суффикс «ид». Для отражения стехиометрии возможны два варианта: либо указывать степень окисления римскими цифрами, либо использовать префиксы, образованные от греческих числительных. Например:

NO – оксид азота (II) (монооксид азота); NO<sub>2</sub> – оксид азота (IV) (диоксид азота); N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – оксид азота (V) (пентаоксид диазота);

Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> – оксид железа (III) (тетраоксид трижелеза);

CO – оксид углерода (II) (монооксид углерода); CO<sub>2</sub> – оксид углерода (IV) (диоксид углерода).

Термин «смешанные оксиды» не рекомендуется, следует использовать название «двойные оксиды». Названия двойных оксидов можно образовать следующим образом: Cr<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub> – оксид меди (II) – дихрома (III) или тетраоксид меди – дихрома.

**Основания.** Названия основных гидроксидов образуются из слова «гидроксид» и названия элемента в родительном падеже. После названия элемента, способного проявлять в химических соединениях различную степень окисления, в скобках римскими цифрами указывается ее значение. Например:

LiOH – гидроксид лития, Ba(OH)<sub>2</sub> – гидроксид бария, Fe(OH)<sub>2</sub> – гид-



роксид железа (II),  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  - гидроксид железа (III),  $\text{Mn}(\text{OH})_4$  – гидроксид марганца (IV).

**Кислоты.** Названия кислот, не содержащих в своем составе кислород, образуют как для соединений водорода, придавая анионам суффикс «ид»:  $\text{HCl}$  – хлорид водорода,  $\text{H}_2\text{S}$  – сульфид водорода,  $\text{HCN}$  – цианид водорода,  $\text{HN}_3$  – азид водорода. Наряду с систематическими названиями в современной номенклатуре сохраняются и традиционные названия. Так, водные растворы галогенидов водорода называют:  $\text{HF}$  – фтороводородная кислота (плавиковая кислота),  $\text{HCl}$  – хлороводородная кислота (соляная кислота),  $\text{HI}$  – иодоводородная кислота.

Кислоты, образованные из многоатомных анионов, чаще всего являются кислородсодержащими кислотами. Для этих кислот обычно применяются традиционные несистематические названия. В табл. 1.2 приведены названия наиболее известных кислот и их солей.

Названия солей составляют из названия аниона кислоты в именительном падеже и названия катиона в родительном падеже (хлорид натрия, сульфат меди и т. п.). При этом название аниона производят от корня латинского наименования образующего кислоту элемента. Степень окисления иона металла указывают, если необходимо, римскими цифрами в скобках.

В случае бескислородных кислот название аниона имеет окончание «ид». Например, соли  $\text{NaBr}$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{KCN}$  соответственно называются бромид натрия, сульфид железа (II), цианид калия.

Названия анионов кислородсодержащих кислот получают окончания и приставки в соответствии со степенью окисления образующего кислоту элемента. Высшей степени окисления («... ная» или «... овая» кислота) отвечает окончание «ат». Так, соли серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  называются сульфатами, хромовой  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  - хроматами и т. д. Более низкой степени окисления («... истая» кислота) соответствует окончание «ит». Например, соли сернистой кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_3$  - сульфиты, азотистой  $\text{HNO}_2$  - нитриты и т. д.

## Распространенные кислоты и их соли

Кислота		Названия соответствующих средних солей
формула	название	
$\text{HNO}_3$	Азотная	Нитраты
$\text{HNO}_2$	Азотистая	Нитриты
$\text{H}_3\text{BO}_3$	Борная	Бораты
$\text{H}_2\text{SiO}_3$	Кремниевая	Силикаты
$\text{HMnO}_4$	Марганцовая	Перманганаты
$\text{H}_3\text{PO}_3$	Фосфористая	Фосфиты
$\text{HPO}_3$	Метафосфорная	Метафосфаты
$\text{H}_3\text{PO}_4$	Ортофосфорная	Ортофосфаты (фосфаты)
$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$	Пирофосфорная	Пирофосфаты
$\text{H}_3\text{AsO}_3$	Мышьяковистая	Арсениты
$\text{H}_3\text{AsO}_4$	Мышьяковая	Арсенаты
$\text{H}_2\text{SO}_3$	Сернистая	Сульфиты
$\text{H}_2\text{SO}_4$	Серная	Сульфаты
$\text{H}_2\text{CO}_3$	Угольная	Карбонаты
$\text{HF}$	Плавиковая	Фториды
$\text{HClO}_4$	Хлорная	Перхлораты
$\text{HClO}_3$	Хлорноватая	Хлораты
$\text{HClO}$	Хлорноватистая	Гипохлориты
$\text{HCl}$	Соляная	Хлориды
$\text{H}_2\text{CrO}_4$	Хромовая	Хроматы

В том случае, если существует кислота с еще более низкой степенью окисления кислотообразующего элемента («... оватистая» кислота), ее анион получает приставку «гипо» и окончание «ит». Так, соли хлорноватистой кислоты  $\text{HClO}$  называют гипохлоритами.

Соли некоторых кислот в соответствии с исторически сложившейся

традицией сохранили названия, отличающиеся от систематических. Например, соли марганцовой ( $\text{HMnO}_4$ ), хлорной ( $\text{HClO}_4$ ), йодной ( $\text{HIO}_4$ ) кислот называют соответственно перманганатами, перхлоратами и перйодатами. В связи с этим соли марганцовистой ( $\text{H}_2\text{MnO}_4$ ), хлорноватой ( $\text{HClO}_3$ ) и йодноватой ( $\text{HIO}_3$ ) кислот носят названия манганатов, хлоратов и йодатов.

Названия кислых солей образуют так же, как и средних, но при этом добавляют приставку «гидро», указывающую на наличие незамещенных атомов водорода, число которых обозначают греческими числительными (ди, три и т. д.). Например,  $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$  - гидрокарбонат бария,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  дигидро-ортофосфат натрия,  $\text{KHS}$  - гидросульфид калия.

Названия основных солей тоже образуют подобно названиям средних солей, но при этом добавляют приставку «гидроксо», указывающую на наличие незамещенных гидроксогрупп. Так,  $\text{FeOHCl}$  - хлорид гидроксожелеза (II),  $(\text{NiOH})_2\text{SO}_4$  сульфат гидроксоникеля (II),  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$  - нитрат дигидроксоалюминия.

### 1.3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Напишите химические формулы следующих соединений:

а) хлорид железа (III), фосфат натрия, хлорид бария, хромат калия, сульфат железа (II), гидроксид калия, хлорид стронция, серная кислота, нитрат кобальта (II), гидроксид бария, бромид марганца (II), сульфид аммония;

б) нитрат свинца (II), сероводород, сульфат натрия, нитрат серебра, хлорид титана (IV), нитрат серебра, хлорид висмута (III), сульфид натрия, сульфат никеля (II), нитрит свинца, хлорид натрия, хлорид алюминия, сульфат серебра, фосфат цезия, сульфат алюминия, нитрат железа (II), фосфат кальция;

в) соляная кислота, сульфид сурьмы (III), силицид магния, серная кислота, фосфид кальция, азотная кислота, карбид кальция, нитрид магния, арсенид цинка, карбид алюминия, фосфорная кислота, гидросульфат натрия,

сернистая кислота, гидрокарбонат кальция, бромистоводородная кислота, цианид натрия, оксалат калия;

г) хлорид аммония, гидроксид лития, диоксид углерода, сульфид рубидия, ортофосфат натрия, сульфат меди, нитрат алюминия, нитрат цинка, хлорид магния, сульфид хрома (III), оксалат железа (II).

2. Назовите следующие химические соединения:

а)  $\text{NaClO}_3$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{TiBr}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$ ,  $\text{Zn}(\text{CN})_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{KCO}_4$ ,  $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{MgI}_2$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ;

б)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{MnS}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{HMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SeO}_3$ ,  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{WO}_4$ ,  $\text{SnCl}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{ClO}_2$ ,  $\text{Hg}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .

## Глава 2

### НАПРАВЛЕННОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

#### 2.1. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ В ХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Горение угля – пример одной из многих реакций, протекающих с выделением энергии. Согласно закону сохранения, энергия не исчезает бесследно и не возникает из ничего. Поэтому тепловая энергия, выделяемая при горении, поступает в окружающую среду. Такие химические реакции, сопровождающиеся выделением теплоты в окружающую среду, называются **экзотермическими**. Противоположные им в этом отношении процессы, протекающие с поглощением теплоты, являются **эндотермическими**.

Многие химические реакции, в частности реакции, протекающие на поверхности земной коры, идут при практически постоянном атмосферном давлении. Для химических реакций, происходящих при постоянном давлении, пользуются специальной термодинамической функцией, называемой **"энтальпия"** (обозначается латинской буквой  $H$ ). Дело в том, что **изменение энтальпии ( $\Delta H$ ) в ходе процесса, протекающего при постоянном давлении, равно количеству тепловой энергии, выделяемой или поглощаемой системой в ходе этого процесса.**

Рассмотрим такой пример. Один моль каменного угля при 20 °С и атмосферном давлении имеет определенное значение энтальпии. Если удвоить количество угля, взяв 2 моля, энтальпия также удвоится. Энтальпия является экстенсивным свойством системы, то есть свойством, зависящим от количества вещества. Поэтому можно говорить об энтальпии, приходящейся на один моль вещества.

Заметим, что энтальпия зависит от физического состояния вещества. Например, энтальпия угля при 50 °С отличается от его энтальпии при 20 °С.

Если же оговорить конкретные условия, энтальпия оказывается вполне определенной величиной. При этом нет необходимости указывать, каким образом вещество приведено к данным условиям, имеет значение лишь конкретное рассматриваемое состояние.

Свойства системы, зависящие только от конкретных условий состояния, но не зависящие от пути достижения этого состояния, называются **функциями состояния**. Энтальпия и является такой функцией, также как, например, механическая потенциальная энергия. Потенциальная энергия тела, поднятого над поверхностью земли, является функцией состояния, зависящей от высоты подъема. Величина потенциальной энергии не зависит от того, по какому пути (траектории) поднимали тело до занимаемого конечного положения. Изменение потенциальной энергии зависит только от начального и конечного положения тела.

При протекании химической реакции энтальпии продуктов отличаются от энтальпий исходных реагентов. Изменение энтальпии в произвольной реакции ( $\Delta H_{\text{реакции}}$ ) представляет собой разность между суммарной энтальпией продуктов и суммарной энтальпией исходных реагентов:

$$\Delta H_{\text{реакции}} = \sum H_{\text{продукты реакции}} - \sum H_{\text{исходные реагенты}}$$

Если суммарная энтальпия продуктов меньше, чем суммарная энтальпия исходных реагентов, величина  $\Delta H$  отрицательна ( $\Delta H < 0$ ). При отрицательном изменении энтальпии переход от исходных веществ к продуктам сопровождается выделением теплоты, то есть реакция является экзотермической. В том случае, когда  $\Delta H > 0$ , реакция является эндотермической (рис. 2.1).

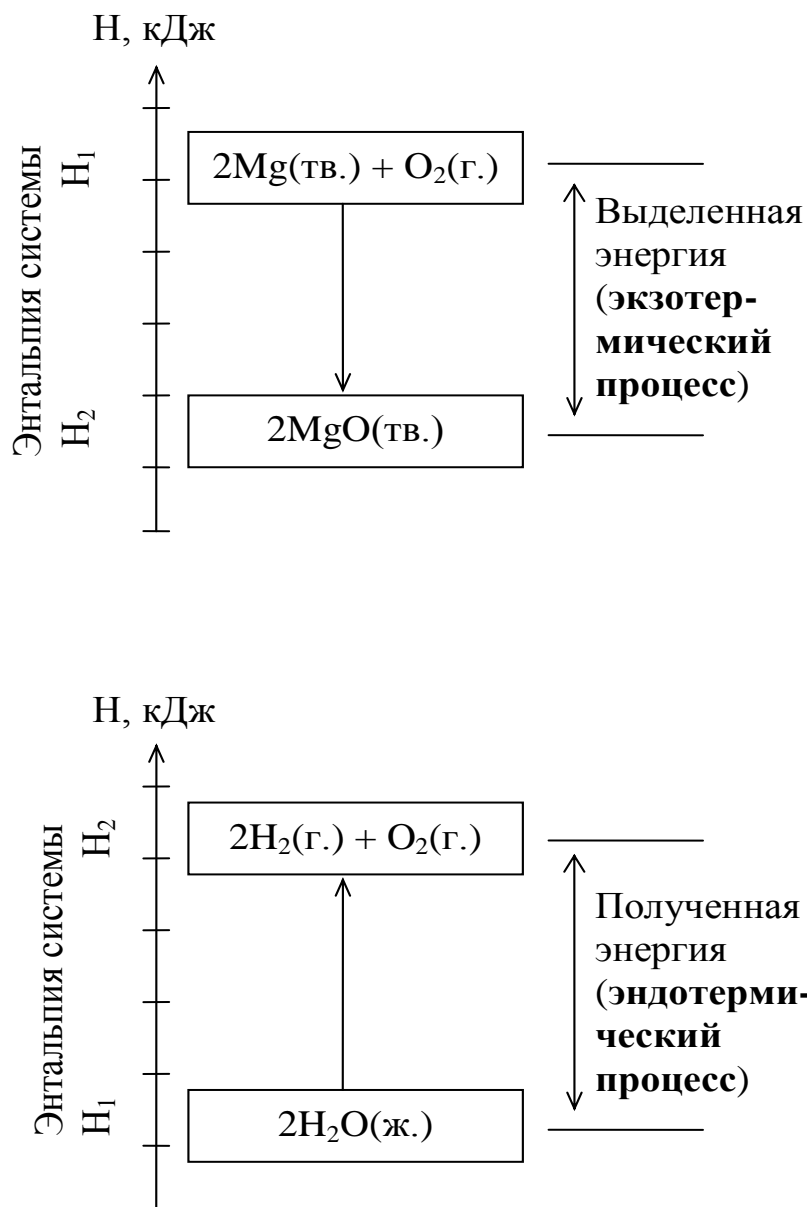
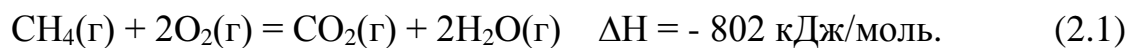


Рис. 2.1. Энергетическая схема теплового эффекта химической реакции

Изменение энтальпии в ходе процесса проявляется выделением тепла, световым излучением или другими способами. Так, экспериментально установлено, что сгорание 1 моля метана при постоянном давлении сопровождается выделением 802 кДж тепловой энергии. Это может быть записано следующим образом:



Отрицательное значение  $\Delta H$  указывает на то, что процесс является экзотермическим. Отметим, что изменение энтальпии прямой реакции равно по величине, но противоположно по знаку изменению энтальпии обратной реакции.

$\Delta H$  реакции зависит от состояния исходных веществ и продуктов их взаимодействия. Так, если в реакции горения метана (уравнение 2.1) вода была бы жидким, а не газообразным продуктом, то изменение энтальпии составило бы  $-890$  кДж/моль вместо  $-802$  кДж/моль. В случае конденсации во внешнюю среду передается большее количество теплоты, потому что при конденсации 2 молей воды из пара в жидкое состояние дополнительно выделяется еще  $2 \cdot 44 = 88$  кДж:



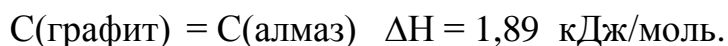
Следовательно, в уравнениях химических реакций для учета изменений энергии необходимо указывать состояния исходных реагентов и продуктов реакции. Обычно предполагается, что исходные реагенты и продукты находятся при одинаковой температуре, как правило, равной  $25^\circ\text{C}$ .

Значения  $\Delta H$  реакций образования (теплот образования) различных веществ приводятся в специальных справочных таблицах. Причем соответствующие величины указываются для **стандартных условий** ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $P = 1 \text{ атм.}$ ). Дело в том, что абсолютное значение энтальпии определить невозможно, опытным путем определяется только изменение этой величины ( $\Delta H$ ). Поэтому для удобства соответствующие величины приводятся к одной шкале, началом отсчета в которой и служит стандартное состояние.

Стандартная теплота образования простых веществ считается равной нулю. При этом простые вещества рассматриваются в том агрегатном состоянии и в той модификации, в какой они устойчивы при стандартных условиях. Так, нулевой является стандартная теплота образования простых веществ -



кислорода  $O_2$ , железа  $Fe$ , водорода  $H_2$  и т.д. Однако стандартное изменение энтальпии реакции образования озона  $O_3$  не равно нулю, потому что для его образования из устойчивых в стандартном состоянии молекул кислорода  $O_2$  требуются энергетические затраты. По этой же причине не равно нулю и стандартное изменение энтальпии реакции образования алмаза из графита:



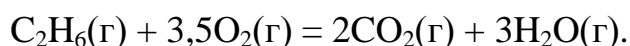
В случае химических соединений стандартной теплотой образования называют тепловой эффект химической реакции образования одного моля соединения из простых веществ.

Например, стандартная теплота образования кальцита  $CaCO_3$  в кристаллическом состоянии представляет собой тепловой эффект следующей реакции (в стандартных условиях):



По справочным данным о стандартной теплоте образования веществ можно вычислять стандартные изменения энтальпии практически любых реакций. Для этого необходимо просуммировать теплоты образования всех продуктов реакции, умножив теплоту образования каждого вещества на соответствующий стехиометрический коэффициент в уравнении реакции, и затем вычесть из этой суммы аналогичную сумму теплот образования всех исходных реагентов.

Например, пользуясь справочными данными о теплоте образования, определим стандартное изменение энтальпии  $\Delta H^0$  для реакции горения этана:



Вещество	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г)	CO <sub>2</sub> (г)	H <sub>2</sub> O(г)
$\Delta H^0_{\text{обр.}}, \text{ кДж/моль}$	- 88,6	- 393,5	- 241,8

$$\Delta H^0_{\text{реакции}} = [2\Delta H^0_{\text{обр.}}(\text{CO}_2(\text{г})) + 3\Delta H^0_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{O}(\text{г}))] - [\Delta H^0_{\text{обр.}}(\text{C}_2\text{H}_6(\text{г})) + 3,5\Delta H^0_{\text{обр.}}(\text{O}_2(\text{г}))] = [2(-393,5) + 3(-241,8)] - [-88,6 + 3,5 \cdot 0] = -1512,4 + 88,6 = -1423,8 \text{ кДж/моль.}$$

Добавим, что по известному тепловому эффекту реакции образования вещества в одном агрегатном состоянии, можно вычислить тепловой эффект реакции его образования в другом агрегатном состоянии, например:

$$\Delta H^\circ(\text{г}) = \Delta H^\circ(\text{к}) + \Delta H^\circ(\text{возг.}) = \Delta H^\circ(\text{ж}) + \Delta H^\circ(\text{исп.});$$

$$\Delta H^\circ(\text{ж}) = \Delta H^\circ(\text{т}) + \Delta H^\circ(\text{пл}); \Delta H^\circ(\text{возг.}) = \Delta H^\circ(\text{пл.}) + \Delta H^\circ(\text{исп.}),$$

где  $\Delta H^\circ(\text{пл})$ ,  $\Delta H^\circ(\text{возг.})$ ,  $\Delta H^\circ(\text{исп.})$  - теплоты плавления, возгонки и испарения в расчете на один моль вещества.

## 2.2. САМОПРОИЗВОЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Таблица Менделеева содержит более ста химических элементов. В настоящее время 109 из них получили международное название. Большинство элементов встречается в земной коре в виде химических соединений – различных минералов. Количество известных минералов составляет только около трех тысяч. Это намного меньше, чем число теоретически возможных комбинаций атомов различных элементов в виде химических соединений. Подобное несоответствие объясняется тем, что не все химические элементы реагируют друг с другом или, то же самое, не все химические реакции протекают в реальных условиях.

Фундаментальный закон сохранения энергии свидетельствует, что при любых процессах энергия не возникает из ничего и не исчезает бесследно. Все известные виды энергии взаимно превращаются в строго эквивалентных количествах. Это означает, что в таких процессах, как дробление руды, плавление металла или в химической реакции, энергия не создается и не уничтожается, а только передается от одного тела к другому или превращается из одной формы в другую, в сумме оставаясь постоянной.

Однако закон сохранения энергии не отвечает на вопрос, почему процесс, связанный с превращением энергии из одного вида в другой, протекает именно в данном направлении? Реальные процессы протекают только в определенном направлении и, не изменив условий, нельзя реализовать обратное протекание процесса.

Например, такие процессы как переход теплоты от тела с более высокой температурой к контактирующему с ним менее нагретому телу, превращение работы в теплоту при трении, смешение газов и другие процессы протекают с конечной скоростью. С наступлением равновесия (например, при выравнивании температуры тел, обменивавшихся энергией в форме теплоты, при образовании однородной смеси газов и т. д.) процесс заканчивается.

Процессы, протекающие без воздействия внешних сил и приближающие систему к состоянию равновесия, называются **самопроизвольными**. Очевидно, что обратные по направлению процессы, удаляющие систему от равновесия, без внешнего побуждающего воздействия пойти не могут. Такие процессы являются **несамопроизвольными**. Природные явления свидетельствуют, что процессы, самопроизвольно протекающие в одном направлении, не являются самопроизвольными в обратном направлении.

Так, выпущенные из рук предметы падают на землю, нагретые тела остывают до температуры окружающей среды, сжатая пружина стремится принять исходную форму. Эти и многие другие явления, например, выветривание и изменение состава горных пород, характеризуются тем, что соответствующие системы самопроизвольно стремятся достичь состояния, в котором

они обладают минимумом энергии.

Тенденция к достижению минимума потенциальной энергии является одной из движущих сил, определяющих протекание химических реакций. Аналогично тому, как физическое тело обладает потенциальной энергией благодаря своему положению относительно поверхности земли, так и химические вещества обладают запасом потенциальной энергии, определяемым взаимным расположением ядер и электронов. При изменениях этого расположения в результате химической реакции может высвободиться энергия. Например, самопроизвольный процесс горения природного газа сопровождается значительным экзотермическим эффектом, так как атомы углерода и водорода, образующие углеводороды, в результате реакции горения переходят в кислородные соединения ( $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ).

Добавим, что, тем не менее, известно достаточно большое количество процессов, являющихся самопроизвольными, но не относящихся к экзотермическим. Так, самопроизвольно происходит плавление льда при комнатной температуре, несмотря на то, что данный процесс является эндотермическим. К подобным самопроизвольным процессам относится и эндотермическое растворение многих солей ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$  и т. д.) в воде. Расширение идеального газа в вакуум также происходит самопроизвольно, причем в изотермических условиях протекания данного процесса энергия системы не меняется.

Приведенные выше примеры процессов плавления льда, растворения солей и расширения идеального газа имеют общую причину самопроизвольного протекания. Эта причина не связана с характером изменения энтальпии системы в ходе процесса. Дело в том, что во всех трех рассмотренных случаях конечное состояние системы отличается большей хаотичностью или неупорядоченностью, чем исходное состояние. Например, молекулы воды, образующие лед, расположены в узлах кристаллической решетки. При плавлении происходит разрушение кристаллической структуры и молекулы получают возможность свободного перемещения относительно друг друга. Поэтому

распределение отдельных молекул в жидкой воде имеет большую неупорядоченность, чем в ее твердом состоянии. Аналогичная ситуация возникает при растворении солей или при расширении газа. Следовательно, уменьшение внутренней энергии системы не является единственным фактором, определяющим возможность самопроизвольного протекания процесса. Самопроизвольное протекание процесса также может быть связано с повышением неупорядоченности системы.

Для характеристики степени неупорядоченности системы используется термодинамическая функция, называемая **энтропией** (обозначается символом  $S$ ). Чем выше хаотичность системы и меньше степень порядка в ней, тем больше значение ее энтропии. Как и энтальпия, энтропия является функцией состояния. Размерность энтропии [Дж/(моль·град)]. Изменение энтропии в ходе процесса зависит только от исходного и конечного состояний системы, но не зависит от пути, по которому система переходит из одного состояния в другое:  $\Delta S = S_{\text{кон.}} - S_{\text{нач.}}$ .

Энтропия относится к экстенсивным величинам. Ее значение зависит от количества вещества в системе. Энтропия подчиняется закону аддитивности, то есть энтропия равновесной системы равна сумме энтропий ее отдельных частей, а изменение энтропии всей системы равно сумме изменений энтропии ее частей. Изменение энтропии в сложном процессе равно сумме изменений энтропии в отдельных стадиях процесса (рис. 2.2).

### **2.3. ЭНТАЛЬПИЙНЫЙ И ЭНТРОПИЙНЫЙ ФАКТОРЫ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ. ЭНЕРГИЯ ГИББСА**

Вернемся к обсуждению двух основных факторов, определяющих направление самопроизвольно протекающих реакций. Один из этих факторов - стремление к достижению минимума энергии системы. Мерой данного

стремления в химических процессах, реализуемых в условиях постоянного давления, является изменение энтальпии  $\Delta H$ . Вторым фактором - стремление изолированной системы (нет обмена с внешней средой веществом и энергией) к достижению в ходе процесса наиболее вероятного неупорядоченного и хаотического состояния. При химическом взаимодействии данная тенденция проявляется в стремлении к распаду веществ на более простые, к образованию молекул меньшего размера и к равномерному их распределению по всему

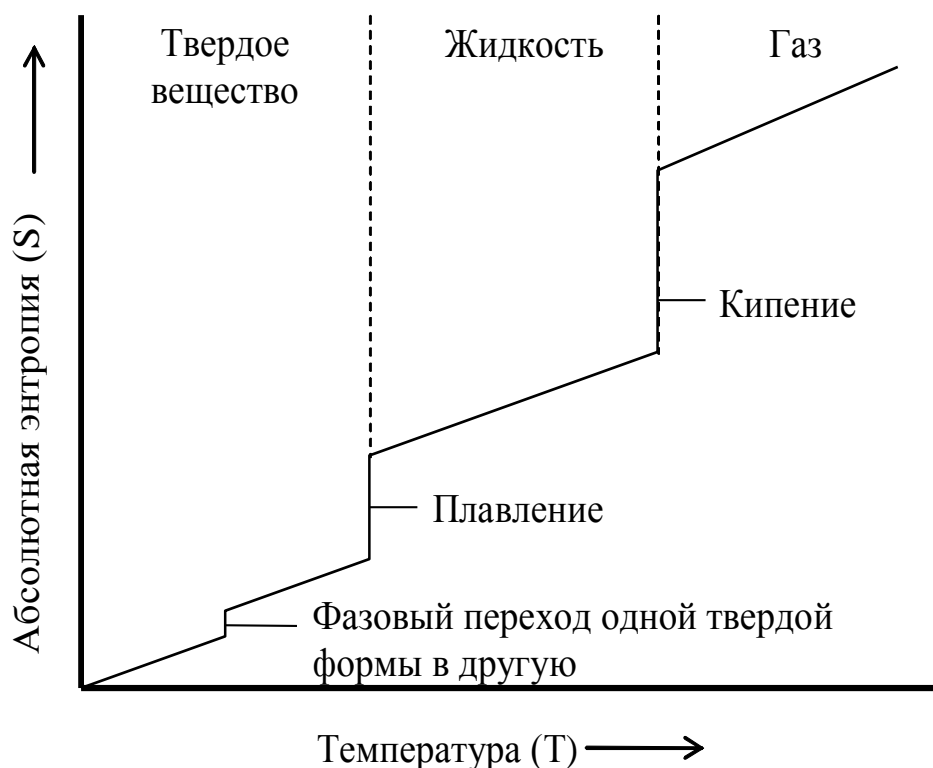


Рис. 2.2. Схема изменения энтропии при повышении температуры вещества

объему системы. Мерой этого стремления является изменение энтропии  $\Delta S$ , которое происходит в результате таких процессов.

Многие природные процессы протекают в открытых системах, способных обмениваться с окружающей средой веществом и энергией. При протекании химических реакций в открытой системе энтропийному фактору,

действующему в направлении "распыления" частиц и рассеяния вещества, противостоит энтальпийный фактор. Последний действует в направлении агрегации частиц, перераспределения энергии химических связей и межмолекулярного взаимодействия для уменьшения общего запаса энергии системы.

Заключение о возможности самопроизвольного протекания химического процесса в определенном направлении можно получить, рассматривая разность между энтальпийным и энтропийным факторами в виде изменения новой функции  $\Delta G$ :

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S.$$

Если величина  $\Delta G$  имеет отрицательный знак ( $\Delta G < 0$ ), то в этом случае соответствующий процесс принципиально осуществим и абсолютное значение разности  $\Delta H - T\Delta S$  характеризует движущую силу этого процесса.

В том случае, когда величина  $\Delta G$  положительна ( $\Delta G > 0$ ), химическая реакция самопроизвольно протекать не может. Осуществимой будет обратная реакция, для которой  $\Delta G$  имеет отрицательное значение.

Подобно тому, как электрический ток течет в направлении от более высокого электрического потенциала к более низкому, так и химическая реакция самопроизвольно протекает только в таком направлении, при котором величина  $G_1$  в исходном состоянии системы больше, чем соответствующая величина  $G_2$  в конечном состоянии, то есть  $\Delta G < 0$ .

Величину  $G = H - TS$  называют **свободной энергией Гиббса** в честь физика Д. Гиббса, показавшего возможность нахождения критерия направленности самопроизвольных процессов в открытых системах.

Энергия Гиббса является таким же свойством вещества или системы в целом, как и энтальпия  $H$ , и энтропия  $S$ . Для химических реакций, протекающих при  $P = \text{const}$  и  $T = \text{const}$ , изменение энергии Гиббса  $\Delta G$  не зависит от пути, по которому протекает процесс, а полностью определяется составом и

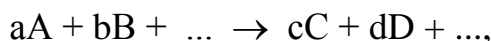
состоянием исходных веществ и продуктов реакции, т. е. энергия Гиббса является функцией состояния системы.

## 2.4. РАСЧЕТ ИЗМЕНЕНИЙ ЭНЕРГИИ ГИББСА В СТАНДАРТНЫХ УСЛОВИЯХ

Для определения направления протекания реакции или для предсказания возможности ее протекания в стандартных условиях используют изменение стандартной энергии Гиббса  $\Delta G^\circ$ . Численное значение величины  $\Delta G^\circ$  реакции позволяет судить, будут ли в стандартных условиях исходные реагенты самопроизвольно реагировать с образованием продуктов (если  $\Delta G^\circ < 0$ ) или нет (если  $\Delta G^\circ > 0$ ).

Значения изменений стандартной энергии Гиббса реакций образования ( $\Delta G^\circ_{\text{обр.}}$ ) определены для большого числа веществ и занесены в справочники. Причем точно так же, как и для стандартных теплот образования, изменения энергии Гиббса для реакций образования простых веществ в их стандартных состояниях полагают равными нулю. Этот выбор точки отсчета не влияет на величину разности энергий продуктов реакции и исходных веществ.

С помощью значений  $\Delta G^\circ_{\text{обр.}}$  можно вычислять изменение стандартной энергии Гиббса для произвольного химического процесса. Так, если записать уравнение химической реакции в общем виде:

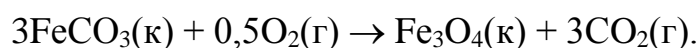


то изменение стандартной энергии Гиббса с учетом стехиометрических коэффициентов  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  будет определяться выражением:

$$\Delta G^\circ = [c\Delta G^\circ_{\text{обр.}}(C) + d\Delta G^\circ_{\text{обр.}}(D) + \dots] - [a\Delta G^\circ_{\text{обр.}}(A) + b\Delta G^\circ_{\text{обр.}}(B) + \dots].$$



В качестве примера, используя табличные данные, определим, может ли тонкодисперсный порошок сидерита в процессе длительного хранения на воздухе самопроизвольно переходить в магнетит:



сидерит

магнетит

Вещество	$\text{FeCO}_3(\text{к})$	$\text{O}_2(\text{г})$	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{к})$	$\text{CO}_2(\text{г})$
$\Delta G^\circ_{\text{обр.}}$ , кДж/моль	-674,6	0,0	-1014,2	-394,4

Стандартное изменение энергии Гиббса для рассматриваемой реакции определяется выражением:

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ &= [\Delta G^\circ_{\text{обр.}}(\text{Fe}_3\text{O}_4) + 3\Delta G^\circ_{\text{обр.}}(\text{CO}_2)] - [3\Delta G^\circ_{\text{обр.}}(\text{FeCO}_3) + \\ &\quad + 0,5\Delta G^\circ_{\text{обр.}}(\text{O}_2)] = \\ &= [-1014,2 + 3(-394,4)] - [3(-674,6) + 0,5(0,0)] = -173,6 \text{ кДж/моль}. \end{aligned}$$

Поскольку расчетное значение  $\Delta G^\circ$  реакции отрицательно, сидерит в стандартных условиях ( $T = 298 \text{ К}$ ,  $P = 1 \text{ атм.}$ ) может самопроизвольно реагировать с кислородом, образуя магнетит. Однако полученное заключение ничего не говорит о скорости протекания реакции.

Если сделать упрощение и допустить, что  $\Delta H^\circ$  и  $\Delta S^\circ$  реакции не зависят от температуры, можно определить изменение стандартной энергии Гиббса при различных температурах:

$$\Delta G^\circ_T = \Delta H^\circ_T - T\Delta S^\circ_T.$$

Например, вычислим изменение стандартной энергии Гиббса реакции термического разложения минерала смитсонита ( $\text{ZnCO}_3$ ) при температурах

400 К и 600 К:



Вещество	ZnCO <sub>3</sub> (к)	ZnO(к)	CO <sub>2</sub> (г)
ΔH°, кДж/моль	-810,7	-350,6	-393,5
S°, Дж/(моль·К)	92,4	43,6	213,7

$$\Delta G^{\circ}_T = [\Delta H^{\circ}(\text{ZnO}) + \Delta H^{\circ}(\text{CO}_2) - \Delta H^{\circ}(\text{ZnCO}_3)] - \\ - T[S^{\circ}(\text{ZnO}) + S^{\circ}(\text{CO}_2) - S^{\circ}(\text{ZnCO}_3)].$$

$$\Delta G^{\circ}_T = (-350,6 - 393,5 + 810,7) - T(43,6 + 213,7 - 92,4)10^{-3} = 66,6 - 0,165T.$$

$$\Delta G^{\circ}_{400} = 66,6 - 0,165 \cdot 400 = 0,6 \text{ кДж/моль.}$$

$$\Delta G^{\circ}_{600} = 66,6 - 0,165 \cdot 600 = -32,4 \text{ кДж/моль.}$$

При 400 К значение  $\Delta G^{\circ}$  положительно, разложение смитсонита на оксид металла и углекислый газ не происходит. При 600 К значение  $\Delta G^{\circ}$  отрицательно, следовательно, рассматриваемая реакция будет протекать самопроизвольно.

## 2.5. ПОДЗЕМНАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ УГЛЯ – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Технология подземной газификации угля - перспективный способ разработки угольных месторождений. Данный способ применим для угольных пластов со сложными горно-геологическими условиями залегания, и позволяет совместить добычу, обогащение и переработку угля.

Все технологические операции по газификации угольного пласта осуществляют с земной поверхности, без применения подземного труда работающих. Суть технологии подземной газификации угля заключается в бурении с поверхности земли скважин до угольного пласта с последующей сбойкой. Затем инициируют управляемый очаг горения угольного пласта и создают условия для превращения угля в горючий газ, который поступает по скважинам на земную поверхность (рис. 2.3).

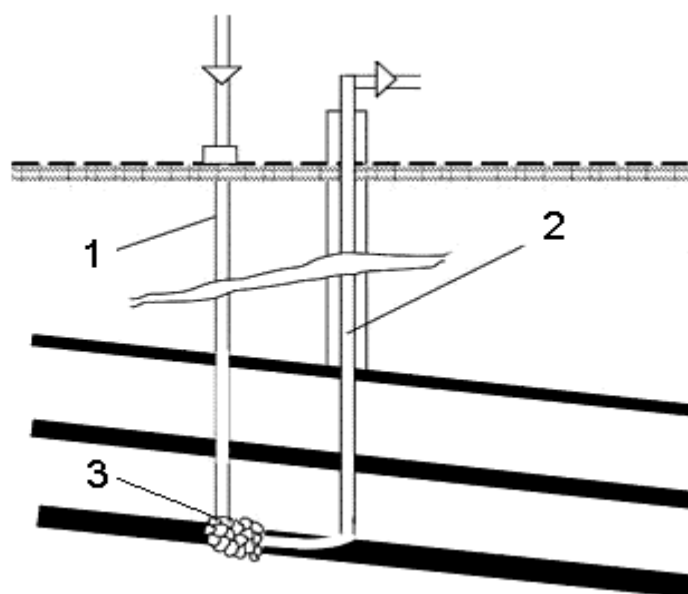


Рис. 2.3. Схема подземной газификации угля:  
1 – скважина для воздушного или парокислородного дутья; 2- скважина для отвода продуктов газификации угля; 3 – очаг горения

Расчетный состав газа, производимого на предприятии подземной газификации угля, характеризуется следующими диапазонами изменения содержания отдельных компонентов газа:

а) при использовании воздушного дутья:  
 $\text{CO}_2$  - 12,0-15,3 %;  $\text{C}_m\text{H}_n$  - 0,1-0,7 %;  $\text{O}_2$  - 0,2 %;  $\text{CO}$  - 10,0-14,0 %;  
 $\text{H}_2$  - 12,1-16,2 %;  $\text{CH}_4$  - 2,0-4,0 %;  $\text{N}_2$  - 55,0-60,0 %;  $\text{H}_2\text{S}$  - 0,01-0,06 %.

В случае применения для нагнетания в газифицируемый угольный пласт воздушного дутья получается низкокалорийный газ с теплотворной способ-

ностью порядка 4 МДж/м<sup>3</sup>. Данный горючий газ пригоден для применения в газотурбинных установках, котельных и ТЭЦ;

б) при использовании парокислородного дутья:  
СО - 35,0 %; Н<sub>2</sub> - 50,0 %; СН<sub>4</sub> - 7,5 %; С<sub>м</sub>Н<sub>п</sub> - 1,2 %; О<sub>2</sub> - 0,3 %; N<sub>2</sub> - 5,0 %.

В случае применения в технологии газификации угля парокислородного дутья получается среднекалорийный газ с теплотворной способностью 10-13 МДж/м<sup>3</sup>.

Сегодня практически во всех крупных угледобывающих странах мира интерес к подземной газификации угля возрастает. Данная технология является весьма эффективной и ее реализация рассматривается как возможность получения недорогого газообразного топлива.

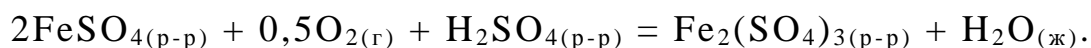
Для энергетики тех регионов, в которых имеются запасы каменного или бурого угля открываются новые возможности, связанные со строительством энергетических предприятий, работающих на собственном энергетическом сырье - газе подземной газификации угля.

## 2.6. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Сульфат железа (III) – химический растворитель сульфидных минералов – особенно активен в присутствии тионовых бактерий, ускоряющих и окисление, и растворение во много раз:



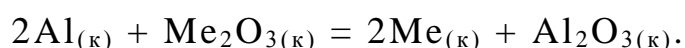
Тионовые бактерии не только непосредственно окисляют и растворяют сульфиды, но и окисляют продукт их разложения Fe<sup>2+</sup>, регенерируя сульфат железа (III), продолжаящий окисление и растворение:



Вычислите тепловой эффект суммарной реакции процесса окисления ковеллина (CuS) в кислой среде, используя стандартные энтальпии образования веществ.

Соединение	H <sub>2</sub> O <sub>(ж)</sub>	CuSO <sub>4(р-р)</sub>	CuS <sub>(к)</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4(р-р)</sub>
ΔH <sup>0</sup> <sub>298</sub> , кДж/моль	-285,8	-843,9	-53,1	-841,2

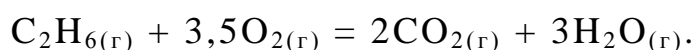
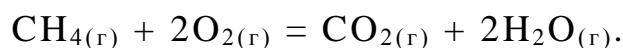
2. Для размораживания мерзлых грунтов, для вторичного дробления руды возможно применение термита – смеси алюминиевого порошка и оксида металла, способную к экзотермической реакции:



Какой оксид Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> или Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> является наиболее теплопроизводительным в смеси с алюминиевым порошком?

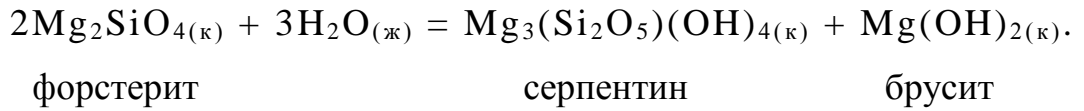
Соединение	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3(к)</sub>
ΔH <sup>0</sup> <sub>298</sub> , кДж/моль	-1140	-822	-1676

3. В качестве компонента горючей смеси топлив можно использовать метан и этан. Определить, какой из двух этих газов в расчете на 1 г наиболее эффективен, если использовать кислород, запасенный вместе с топливом:



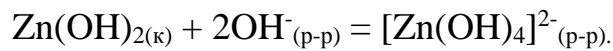
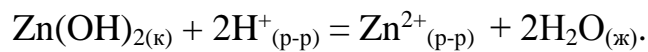
Соединение	CH <sub>4(г)</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6(г)</sub>	CO <sub>2(г)</sub>	H <sub>2</sub> O <sub>(г)</sub>
ΔH <sup>0</sup> <sub>298</sub> , кДж/моль	-74,9	-88,6	-393,5	-241,8

4. Покажите расчетом, может ли в стандартных условиях протекать процесс серпентинизации форстерита:



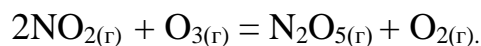
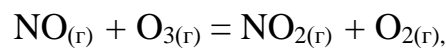
Соединение	$\text{Mg}_2\text{SiO}_{4(\kappa)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$	$\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_{4(\kappa)}$	$\text{Mg}(\text{OH})_{2(\kappa)}$
$\Delta G^0_{298}$ , кДж/моль	-63,2	-237,2	-171,4	-735,7

5. Охарактеризуйте кислотно-основные свойства гидроксида цинка, вычислив изменение энергии Гиббса для реакций:



Соединение	$\text{Zn}(\text{OH})_{2(\kappa)}$	$\text{Zn}^{2+}_{(\text{p-p})}$	$\text{OH}^-_{(\text{p-p})}$	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}_{(\text{p-p})}$
$\Delta G^0_{298}$ , кДж/моль	-556,0	-147,3	-157,4	-237,2	-905,4

6. Атмосферный озоновый слой на высоте 20 - 30 км играет большую роль в обеспечении условий жизни на земле. Озон задерживает вредное для жизни ультрафиолетовое излучение солнца. С другой стороны, он поглощает инфракрасное излучение земли, препятствуя ее охлаждению. Предполагают, что выделяющийся с выхлопными газами автотранспорта оксид азота реагирует с озоном:



Установите, разрушают ли оксиды азота озоновый слой в стандартных условиях.

Соединение	NO <sub>(г)</sub>	O <sub>3(г)</sub>	NO <sub>2(г)</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5(г)</sub>
$\Delta G^0_{298}$ , кДж/моль	86,6	162,7	51,5	114,2

Может ли в стандартных условиях образовываться озон из O<sub>2</sub>?

**Глава 3**  
**ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА**

Химия как наука связана с превращениями веществ, происходящими в результате различных химических реакций. Анализ стандартного изменения энергии Гиббса для той или иной предполагаемой реакции позволяет теоретически оценить возможность ее протекания. Однако кроме оценки принципиальной возможности протекания процесса важно знать, насколько быстро могут протекать реакции, а также понимать, какими факторами определяется их скорость. Так, для завершения реакций, происходящих при взрыве тротила или метана достаточно ничтожных долей секунды, многие же геохимические процессы, например, формирование или выветривание горных пород, реализуются за миллионы лет. Раздел химии, посвященный скорости химических реакций, называется химической кинетикой.

### 3.1. СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

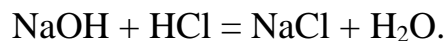
Скорость какого - либо процесса, как правило, определяют по тем изменениям, которые происходят в ходе процесса за фиксированный промежуток времени. Так, скорость движения материальной точки характеризуют изменением ее координат (перемещением) за определенный промежуток времени, например, в таких единицах, как метры в секунду (м/с).

В ходе химической реакции меняется количество каждого из реагентов: исходные вещества расходуются, а продукты – накапливаются. Следовательно, протекание реакции сопровождается изменением концентраций как исходных веществ, так и продуктов взаимодействия. Поэтому скорость реакции может быть рассчитана через изменение концентрации какого – либо исходного вещества или продукта за определенное время в таких единицах, как моль/(л·с).

В качестве примера рассмотрим реакцию, происходящую при смешивании раствора щелочи NaOH с кислотой HCl. В результате данной реакции



образуются соль NaCl и вода:



Допустим, что начальная концентрация раствора NaOH составляет 0,1 моль/л и мы имеем возможность измерять концентрацию щелочи в различные моменты времени после смешивания с кислотой. По этим данным среднюю скорость реакции  $\bar{V}$  определяют как изменение концентрации  $\Delta C(\text{NaOH})$  за соответствующий промежуток времени  $\Delta t$ :

$$\bar{V} = - \Delta C(\text{NaOH})/\Delta t.$$

Отрицательный знак в правой части уравнения для средней скорости реакции указывает, что концентрация NaOH уменьшается со временем. По мере протекания реакции реагенты расходуются, средняя скорость снижается; в некоторый момент времени реакция прекращается.

Изменение концентрации реагента, например, HCl в ходе реакции можно представить в графическом виде  $C(\text{HCl}) = f(t)$  (рис. 3.1). Подобная графическая зависимость позволяет определить мгновенную скорость реакции, т. е. скорость в конкретный момент времени:

$$V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[ \frac{\Delta C}{\Delta t} \right] = \frac{dC}{dt}.$$

Исходя из графического смысла производной ( $dC/dt = \text{tg}\alpha$ ), получается, что мгновенная скорость определяется угловым коэффициентом ( $\text{tg}\alpha$ ) касательной к кривой  $C = f(t)$  в точке, отвечающей интересующему моменту времени  $t'$  (см. рис. 3.1).

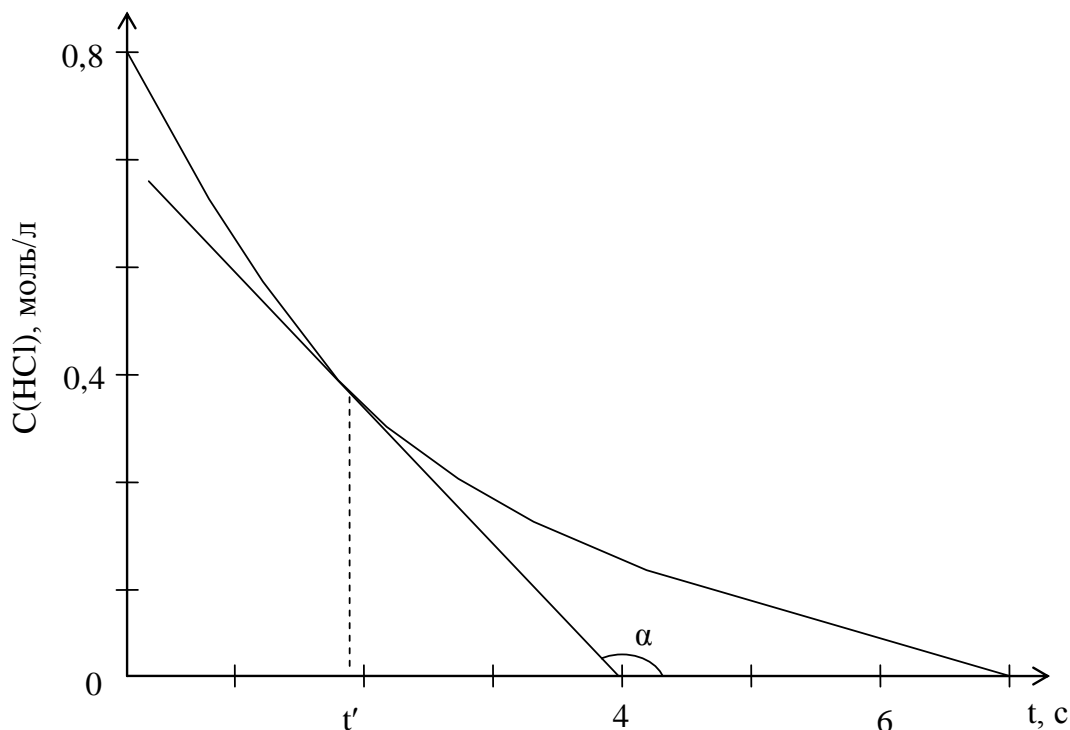


Рис. 3.1. Изменение концентрации раствора соляной кислоты в ходе реакции нейтрализации:  
 $\alpha$  – угол наклона касательной к кривой в момент времени  $t'$

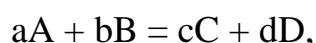
### 3.2. ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕАГЕНТОВ

Молекулы различных веществ взаимодействуют друг с другом при столкновениях. Чем чаще столкновения будут происходить, тем быстрее пойдет реакция. Для реакций типично уменьшение их скорости с течением времени, что объясняется уменьшением концентраций реагентов, и, соответственно, снижением частоты столкновений. Наглядным примером, поясняющим влияние концентрации реагента, может служить резко различная скорость горения веществ в чистом кислороде и в воздухе. Содержание кислорода в воздухе – около 20 %, что и определяет меньшую скорость процесса горения.

Общую формулировку влияния концентрации на скорость химических

реакций выражает основной закон химической кинетики – закон действия масс: **при постоянной температуре скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ. Причем концентрация каждого реагента берется в степени равной соответствующему стехиометрическому коэффициенту в уравнении реакции.**

В общем случае для скорости реакции, протекающей по уравнению



можно написать следующее выражение:

$$V = k \cdot C^a(A) \cdot C^b(B).$$

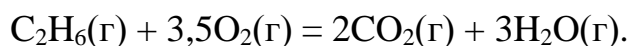
В этом выражении коэффициент пропорциональности  $k$  называют **константой скорости химической реакции**. Его значение не меняется при изменениях концентрации, но зависит от температуры.

Определим физический смысл константы  $k$ . Для этого рассмотрим случай, когда концентрации реагирующих веществ составляют 1 моль/л, т.е.  $C(A) = C(B) = 1$  моль/л. Тогда  $V = k \cdot 1 \cdot 1 = k$ . Таким образом, численное значение константы соответствует скорости реакции при условии равенства концентрации каждого реагирующего вещества 1 моль/л. Поэтому константу  $k$  еще называют **удельной скоростью химической реакции**.

Скорость химической реакции во многом зависит от того, находятся ли реагирующие вещества в одной или разных фазах, т. е. осуществляются гомогенные или гетерогенные реакции.

Если реакционная система однородна и не включает в себе поверхностей раздела между частями системы, отличающимися по физико-химическим свойствам, то ее называют гомогенной. Систему, состоящую из отдельных частей (фаз), отличающихся по свойствам и имеющих поверхности раздела, называют гетерогенной.

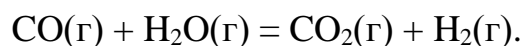
Например, горение этана соответствует протеканию реакции в гомогенной системе:



Скорость этого процесса по закону действия масс определяется выражением:

$$V = k \cdot C(\text{C}_2\text{H}_6) \cdot C^{3,5}(\text{O}_2).$$

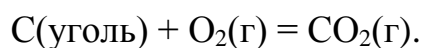
Гомогенной реакцией также является взаимодействие оксида углерода (II) с водяным паром при подземной газификации угля:



Скорость данной реакции зависит от концентрации оксида углерода (II) и паров воды:

$$V = k \cdot C(\text{CO}) \cdot C(\text{H}_2\text{O}).$$

В отличие от рассмотренных примеров гомогенных процессов, в случае гетерогенных реакций в уравнение закона действия масс входят концентрации только тех веществ, которые находятся в газовой фазе или в растворе. Концентрация твердого вещества (не растворенного в воде) представляет собой постоянную величину и поэтому входит в константу скорости. Например, при подземной обработке (газификации) угля в зоне окисления канала газификации происходит гетерогенная реакция:

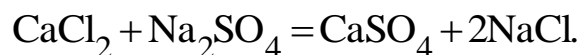


Закон действующих масс для этой реакции запишется так:

$$V = k' \cdot \text{const} \cdot C(\text{O}_2) = k \cdot C(\text{O}_2).$$

Рассмотрим решение типовой задачи.

Определить изменение скорости реакции после упаривания растворов исходных реагентов в три раза:



Решение.

При решении задач, связанных с изменением скорости реакции при варьировании концентрации реагентов, необходимо исходить из основного закона химической кинетики – закона действующих масс. Для реакции, рассматриваемой в данной задаче, в общем виде этот закон выражается следующим образом:

$$V = k \cdot C(\text{CaCl}_2) \cdot C(\text{Na}_2\text{SO}_4).$$

Исходя из закона действующих масс, запишем отношение скорости реакции до упаривания к скорости реакции после упаривания растворов реагентов:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{k \cdot C_1(\text{CaCl}_2) \cdot C_1(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{k \cdot C_2(\text{CaCl}_2) \cdot C_2(\text{Na}_2\text{SO}_4)}.$$

Примем во внимание, что после упаривания растворов исходных реагентов в три раза, их концентрация увеличивается также в три раза ( $C_2 = 3C_1$ ):

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C_1(\text{CaCl}_2) \cdot C_1(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{3C_1(\text{CaCl}_2) \cdot 3C_1(\text{Na}_2\text{SO}_4)} = \frac{1}{9}.$$

Получаем:  $V_2 = 9V_1$ .

Ответ: после упаривания растворов исходных реагентов в три раза скорость рассматриваемой реакции увеличится в 9 раз.

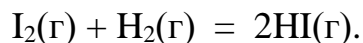
### 3.3. МОЛЕКУЛЯРНОСТЬ И ПОРЯДОК РЕАКЦИИ

На практике закон действующих масс выполняется только для одностадийных реакций, т. е. для реакций, в которых исходные вещества без каких - либо промежуточных превращений образуют продукты. При этом **молекулярностью реакции** называют число молекул, взаимодействие которых ведет к одностадийному образованию продуктов химической реакции. Молекулярность реакции может характеризоваться только целыми числами.

Если в элементарном акте реакции принимает участие одна молекула, превращающаяся в одну или несколько молекул других веществ, то такая реакция называется мономолекулярной. Примерами таких реакций могут служить термический распад карбоната кальция или хлорида аммония:

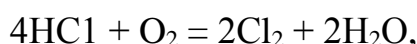


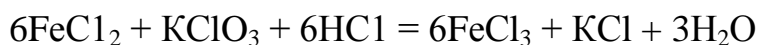
Одновременное участие в элементарном акте химической реакции двух молекул характерно для бимолекулярных реакций, примером которых может быть взаимодействие иода и водорода с образованием иодида водорода:



Реакции, элементарный акт которых сводится к столкновению трех молекул, называют тримолекулярными. Статистически подобное столкновение молекул мало вероятно. Тримолекулярные реакции крайне редки. Реакции же с молекулярностью выше трех в химической практике неизвестны.

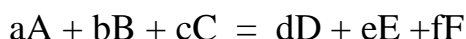
Поэтому представленные ниже химические реакции





нельзя назвать пяти- или тринадцатимолекулярными реакциями. Эти уравнения следует рассматривать лишь как записи суммарных процессов, каждый из которых в действительности может включать довольно длинную цепочку последовательно протекающих моно-, би- или тримолекулярных реакций. В этой цепочке взаимосвязанных превращений одни промежуточные реакции могут протекать быстро и не задерживать ход всего процесса, другие настолько медленны, что именно они будут ограничивать скорость протекания суммарного процесса.

В химической кинетике также пользуются понятием «**порядок реакции**» - это число, равное сумме показателей степеней при концентрациях реагирующих веществ в уравнении для скорости реакции. Если уравнение

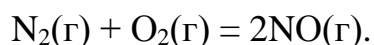


выражает действительный механизм реакции, а зависимость

$$V = k \cdot C^a(\text{A}) \cdot C^b(\text{B}) \cdot C^c(\text{C})$$

достаточно точно характеризует скорость этой реакции, то порядок реакции  $n$  можно представить как  $n = a + b + c$ . В этом случае значения величин, определяющих порядок и молекулярность реакции, численно совпадают. Для многостадийного взаимодействия уравнение химической реакции символизирует суммарный итог всех превращений и порядок реакции всегда ниже, чем кажущаяся молекулярность реакции.

Так, применим закон действия масс к реакции окисления азота до оксида азота (II):



Считая, что данное уравнение выражает действительный механизм процесса,

напишем выражение для скорости реакции:

$$V = k \cdot C(\text{N}_2) \cdot C(\text{O}_2).$$

Однако эксперимент показывает, что данная реакция не является реакцией второго порядка, т. к. ее скорость на самом деле пропорциональна концентрации кислорода в степени  $\frac{1}{2}$ :

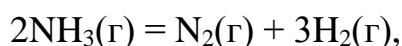
$$V = k \cdot C(\text{N}_2) \cdot C^{1/2}(\text{O}_2).$$

Таким образом, порядок обсуждаемой реакции соответствует не 2, а только 1,5, т. е. в отличие от молекулярности порядок реакции не всегда бывает целочисленным.

Приведем примеры реакций различного порядка:



Известны реакции дробного и нулевого порядка. Нулевой порядок означает, что скорость реакции при  $T = \text{const}$  постоянна и не зависит от концентрации реагента. Например, реакция разложения аммиака  $\text{NH}_3$  на водород  $\text{H}_2$  и азот  $\text{N}_2$ , протекающая на поверхности вольфрама, является реакцией нулевого порядка, т. е. скорость ее не зависит от концентрации аммиака:



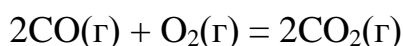
$$V = k \cdot C^0(\text{NH}_3) = k \cdot 1 = \text{const}.$$

### 3.4. ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА СКОРОСТЬ



## РЕАКЦИИ

Из уравнения Менделеева - Клапейрона  $p = CRT$  следует, что изменение давления каждого из компонентов газовой смеси должно оказывать на скорость реакции то же влияние, что и пропорциональное ему изменение концентрации этого компонента. Например, для реакции с участием газов



можно написать:

$$V = k \cdot p^2(\text{CO}) \cdot p(\text{O}_2),$$

где  $p(\text{CO})$ ,  $p(\text{O}_2)$  - парциальные давления CO и O<sub>2</sub> соответственно.

Скорость большинства химических реакций повышается с ростом температуры. Более того, возрастание скорости происходит нелинейно. Голландский ученый Вант - Гофф в 1884 г. на основании многочисленных наблюдений и экспериментов установил, что **при повышении температуры на каждые десять градусов скорость гомогенной химической реакции увеличивается в 2 – 4 раза.**

Это приближенное обобщение известно под названием правила Вант - Гоффа. Математически оно может быть выражено с помощью уравнения:

$$\frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = \gamma^{\Delta t / 10},$$

где  $V_{t_2}$ ,  $V_{t_1}$  - скорость реакции при температуре  $t_2$  и  $t_1$  соответственно;

$\gamma$  - температурный коэффициент ( $\gamma = 2 \div 4$ ).

Правило Вант - Гоффа носит приближенный характер и служит лишь для ориентировочной оценки влияния температуры на скорость реакции.

Значение коэффициента  $\gamma$  часто выходит за указанные Вант - Гоффом пределы, а для конкретной реакции оно не остается неизменным в различных интервалах температуры.

### 3.5. ЭНЕРГИЯ АКТИВАЦИИ

Не всякое столкновение молекул реагирующих веществ приводит к химической реакции, т. е. к образованию продуктов реакции. Во взаимодействии вступает только небольшая часть всех молекул, обладающая некоторым повышенным запасом кинетической энергии. Эти молекулы, обладающие достаточно высокой кинетической энергией для того, чтобы их столкновение с другими молекулами привело к элементарному акту реакции, называют активными (реакционноспособными).

**Разность между кинетической энергией, которой должны обладать молекулы, чтобы стать реакционноспособными, и средней кинетической энергией молекул определяет значение энергии активации  $E_a$ .**

Энергию активации можно определить как ту минимальную дополнительную энергию, которую необходимо сообщить молекуле (двум или трем молекулам для реакций второго или третьего порядка) сверх среднего ее значения для того, чтобы стало возможным химическое взаимодействие. На пути к осуществлению любой химической реакции стоит энергетический барьер, для преодоления которого молекулы реагентов должны приобрести некоторое значение энергии, превосходящее среднюю энергию. Вот этот избыток энергии над ее средним значением, характерным для молекул реагентов в их данном состоянии теплового движения, и представляет собой энергию активации. Чаще всего в обычных условиях лишь небольшая доля от общего числа молекул реагирующих веществ имеет достаточную энергию для преодоления энергетического барьера, отделяющего исходные реагенты от продуктов взаимодействия.

Высокое значение энергии активации реакции означает, что на пути к ее осуществлению стоит высокий энергетический барьер. Преодолеть этот барьер может только небольшая доля от общего числа молекул, и если с помощью соответствующих мер не повысить эту долю, скорость реакции будет небольшой.

Аррениус предложил уравнение, связывающее константу скорости химической реакции с температурой:

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}},$$

где  $k$  - константа скорости химической реакции, моль/(л·сек);  $A$  - предэкспоненциальный множитель, численно равный тому предельно большому значению константы  $k$ , которое она имела бы, если бы все без исключения молекулы были активными;  $e$  - основание натурального логарифма;  $E_a$  - энергия активации, Дж/моль;  $R$  - универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль·К);  $T$  - абсолютная температура, К.

Логарифмируя уравнение Аррениуса и деля обе его части на коэффициент перехода от натуральных логарифмов к десятичным (2,303), получим:

$$\lg k = \lg A - \frac{E_a}{2,303RT}.$$

Обозначив  $-\frac{E_a}{2,303R} = a$ ,  $\lg A = b$ , запишем видоизмененное уравнение

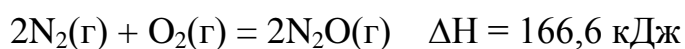
Аррениуса, устанавливающее для каждой конкретной реакции линейную связь между логарифмом константы скорости реакции и обратной величиной абсолютной температуры:

$$\lg k = \frac{a}{T} + b.$$

Казалось бы, что высота энергетического активационного барьера  $E_a$  определяется энергией, затрачиваемой на разрыв химических связей в моле-

кулах исходных веществ, после чего становится возможным формирование новых химических связей и образование молекул продуктов реакции. Причем энергия, выделяющаяся в ходе создания новых химических связей, частично или полностью компенсирует энергию, затраченную на инициирование реакции. Однако при достоверности данного подхода энергии активации для подавляющего большинства реакций должны были бы быть значительно выше, чем это наблюдается на практике.

Так, представляется, что для начала реакции



необходимо затратить энергию не менее 1194,6 кДж, поскольку на разрыв связей в молекулах  $\text{N}_2$  и  $\text{O}_2$  должно быть затрачено соответственно  $472,7 \cdot 2 = 945,4$  и 249,2 кДж. Экспериментально найденное значение энергии активации для этой реакции равно 411,4 кДж, т. е. почти в три раза меньше.

Очевидно, разрыв химических связей в молекулах исходных веществ и образование новых химических связей необходимо рассматривать не обособленно, а в их взаимном влиянии. Первой стадией практически любого химического процесса является образование промежуточного соединения - активированного (активного) комплекса.

**Активированный комплекс** представляет собой образование, в котором еще не исчезли первоначально существовавшие связи между атомами и еще не полностью сформировались новые химические связи. Однако электронные оболочки атомов во взаимодействующих молекулах уже деформированы в направлении образования новых химических связей, и исходные химические связи ослаблены. Образование такого промежуточного соединения требует меньших затрат энергии, чем разрыв связей в молекулах исходных веществ, ибо теперь этому разрыву содействует наметившееся наведение новых связей. При этом и энергетический эффект образования молекул ко-

нечного продукта путем распада активированного комплекса будет тоже меньше. Таким образом, образование активированного комплекса приводит к уменьшению высоты энергетического активационного барьера  $E_a$ .

Добавим, для того чтобы началась перестройка связей, сталкивающиеся молекулы должны иметь не только достаточную энергию, но и определенную взаимную ориентацию. От взаимной ориентации молекул в момент столкновения зависит, возможно или нет образование между атомами новых связей. Поэтому в действительности лишь некоторая часть столкновений, обладающих энергией, достаточной для протекания реакции, приводит к образованию продуктов.

### 3.6. ЯВЛЕНИЕ КАТАЛИЗА. ГОМОГЕННЫЙ И ГЕТЕРОГЕННЫЙ КАТАЛИЗ

**Катализатор** представляет собой вещество, которое изменяет скорость химической реакции, но само не расходуется в ходе этой реакции. Реакции с участием таких веществ называют каталитическими.

Известны катализаторы, как ускоряющие протекание реакции, так и замедляющие ее. Соответственно в первом случае катализатор является положительным, а во втором – отрицательным.

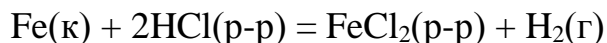
Так, при умеренном нагревании разложение хлората калия происходит спокойно. Это позволяет использовать соль  $KClO_3$  в качестве аварийного источника кислорода для дыхания:



Добавка к хлорату калия диоксида марганца  $MnO_2$  резко меняет скорость процесса, придавая ему взрывной характер.

Катализатором, замедляющим скорость реакции, например, взаимо-

действия металлического железа с раствором соляной кислоты

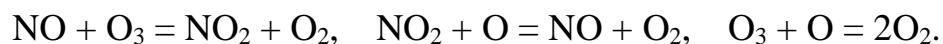


может служить органическое вещество анилин. Катализаторы, позволяющие уменьшить скорость коррозионного разрушения металлов в агрессивных средах, обычно называют ингибиторами коррозии.

Важно, что **действие катализаторов отличается селективностью**, т.е. катализатор, изменяющий скорость какой - либо определенной реакции, обычно не влияет на скорость другой.

Катализатор, находящийся в реакционной системе в том же фазовом состоянии, что и основные участники химической реакции, называется **гомогенным катализатором**. Например, гомогенный катализатор реакции взаимодействия газообразных веществ должен сам находиться в газообразном состоянии.

Рассмотрим случай гомогенного катализа на примере разложения озона  $\text{O}_3$  верхних слоев атмосферы под действием оксида азота  $\text{NO}$ . В этой реакции оксид азота (II) играет роль катализатора. Первоначально  $\text{NO}$  реагирует с  $\text{O}_3$ , в результате чего образуются  $\text{NO}_2$  и  $\text{O}_2$ . Затем образующийся  $\text{NO}_2$  реагирует с атомарным кислородом, присутствующим в стратосфере, и в результате снова получается  $\text{NO}$  и в качестве второго продукта –  $\text{O}_2$ . Последовательность этих реакций и их окончательный результат описываются уравнениями:



В рассматриваемом примере  $\text{NO}$  играет роль катализатора реакции разложения  $\text{O}_3$ , потому что он повышает скорость полной реакции, но сам в результате не подвергается окончательному химическому превращению, а лишь расходуется в одной стадии реакции и вновь образуется на следующей стадии.

Если исходить из уравнения Аррениуса для скорости химической реакции, константа скорости  $k$  определяется энергией активации  $E_a$  и параметром  $A$ . Влияние катализатора на скорость реакции может заключаться в том, что он изменяет или  $E_a$ , или  $A$ . Катализатор оказывает наиболее существенное влияние на энергию активации  $E_a$ . Как правило, положительный катализатор понижает энергию активации химической реакции (рис. 3.2).

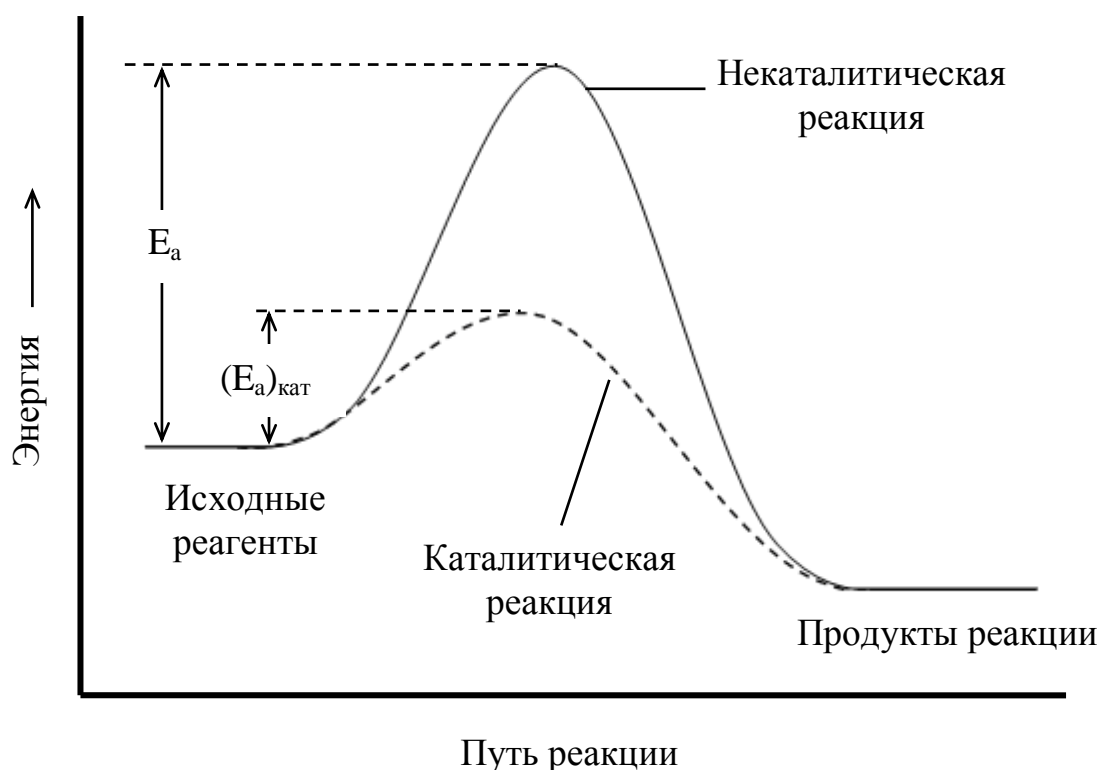
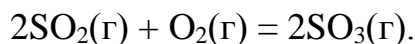


Рис. 3.2. Энергетическая диаграмма химической реакции с использованием катализатора. Действие катализатора заключается в снижении энергии активации реакции  $E_a$

**Гетерогенный катализатор** находится в реакционной системе в ином по сравнению с реагирующими веществами фазовом состоянии. Например, реакция между молекулами в газовой фазе может катализироваться тонко измельченным оксидом какого - либо металла. В отсутствие катализатора реакция в газовой фазе протекает медленно. Однако при внесении катализа-

тора реакция на поверхности твердого вещества значительно ускоряется.

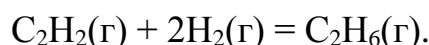
Многие промышленно важные реакции, протекающие в газовой фазе, катализируются поверхностью твердых веществ, например, реакция окисления  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  при производстве серной кислоты:



Реакции в растворах также могут катализироваться твердыми веществами. Гетерогенные катализаторы часто изготавливают из тонко измельченных металлов или оксидов металлов. Поскольку каталитические реакции протекают на поверхности, часто прибегают к специальным методам получения катализаторов с очень большой площадью поверхности.

Исходной стадией гетерогенного катализа обычно является адсорбция реагентов. Адсорбция – это связывание молекул с поверхностью вещества. Не все атомы или ионы поверхности обладают реакционной способностью, так как на поверхности могут быть адсорбированы различные примеси (загрязнения), которые занимают многие потенциально реакционноспособные центры и блокируют дальнейшую реакцию. Места поверхности, на которых могут адсорбироваться реагирующие молекулы, называются **активными центрами**. Число активных центров, приходящееся на единицу массы катализатора, зависит от природы катализатора, от способа его приготовления и обработки непосредственно перед использованием.

В качестве примера гетерогенного катализа рассмотрим реакцию гидрирования этилена с образованием этана:



В отсутствие катализатора эта реакция практически не протекает. Однако в присутствии тонко измельченного металла, например, никеля, палладия или платины, реакция идет легко уже при комнатной температуре при

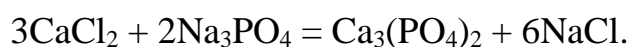


давлении водорода в несколько сотен атмосфер. Механизм этой реакции заключается в следующем. Сначала молекулы этилена и водорода адсорбируются на поверхности металла. Адсорбция водорода приводит к разрыву связи Н-Н и образованию двух связей М-Н, где М - активный центр на поверхности металла. Атомы водорода могут относительно свободно мигрировать по поверхности металла. При столкновении с адсорбированной молекулой этилена атомы водорода связываются с атомами углерода. Последние образуют по четыре химических связи, что уменьшает энергию взаимодействия с поверхностью металла. В результате образовавшаяся молекула этана отделяется от поверхности. Освободившийся активный центр снова адсорбирует следующую молекулу этилена, и весь цикл повторяется сначала.

### 3.7. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Как изменится скорость реакции при охлаждении с 70 °С до 20 °С, если температурный коэффициент  $\gamma$  равен 3?

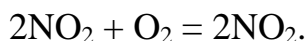
2. Как изменится скорость реакции после упаривания в 2 раза исходных растворов хлорида кальция и фосфата натрия:



3. Чему равен температурный коэффициент скорости реакции, если при уменьшении температуры на 30 °С скорость реакции падает в 64 раза?

4. Температурный коэффициент скорости реакции равен 2,5. Во сколько раз увеличится скорость, если температуру повысить на 40 °С?

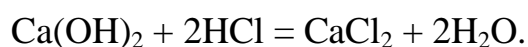
5. Как изменится скорость реакции после повышения общего давления в системе в 2 раза:



6. Как изменится скорость химической реакции при понижении температуры со 170 °С до 120 °С при температурном коэффициенте скорости реакции равном 2?

7. Чему равен температурный коэффициент скорости реакции, если при понижении температуры на 40 °С скорость реакции падает в 16 раз?

8. Как изменится скорость реакции после разбавления растворов исходных реагентов в 4 раза:



9. Чему равен температурный коэффициент скорости реакции, если при повышении температуры на 40 °С скорость возрастает в 16 раз?

10. Температурный коэффициент скорости реакции 2,5. Во сколько раз изменится скорость при охлаждении от 45 до 15 °С?

## **ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ**

Часто в ходе химических реакций исходные реагенты не полностью превращаются в продукты, несмотря на высокую скорость взаимодействия. Это обусловлено тем, что многие реакции в определенных условиях являются обратимыми. Для таких реакций наряду с химическим взаимодействием исходных веществ (прямая реакция) характерно протекание взаимодействия между продуктами (обратная реакция).

С началом реакции концентрации исходных веществ начинают уменьшаться, а концентрации продуктов - расти. Поэтому первоначально скорость прямой реакции также уменьшается, а скорость обратной реакции - растет. Затем, когда обе скорости сравниваются, наступает состояние химического равновесия. В этом состоянии система представляет собой смесь как исходных реагентов, так и продуктов реакции, причем концентрации всех компонентов перестают изменяться при сохранении неизменными внешних условий.

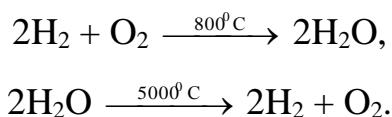
Аналогичное состояние достигается, например, в закрытом сосуде с жидкостью, когда в процессе испарения устанавливается равновесие между парами жидкости и самой жидкостью. В состоянии равновесия скорость перехода молекул жидкости в газовую фазу (испарение) становится равной скорости обратного перехода молекул из пара в жидкую фазу (конденсация).

Химическое равновесие является подвижным, так как при изменении внешних условий равновесие сдвигается в сторону протекания прямой или обратной реакции. Важно, что в состояние равновесия система может придти как со стороны исходных веществ, так и со стороны продуктов.

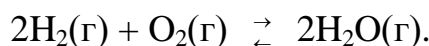
### **4.1. ГОМОГЕННОЕ ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ**

Рассмотрим реакцию взаимодействия водорода с кислородом. Если смешать газообразные исходные реагенты, то заметные количества паров воды начинают очень медленно образовываться лишь примерно с 400 °С. Дальнейшее нагревание гомогенной смеси ускоряет процесс и выше 600 °С реакция протекает со взрывом.

При температурах выше 600 °С водород и кислород соединяются со взрывом, но при температурах около 5000 °С уже сама вода полностью распадается на водород и кислород:



При промежуточных температурах возможны обе реакции. Данная ситуация имеет место в температурном интервале от 2000 до 4000 °С, когда одновременно происходит образование молекул воды из водорода и кислорода и обратный распад молекул  $\text{H}_2\text{O}$  на водород и кислород. При этих условиях реакция взаимодействия водорода с кислородом становится обратимой, т. е. протекающей в противоположных направлениях:



Для скоростей этих взаимно противоположных реакций можно составить следующие выражения:

$$\vec{V} = \vec{k} \cdot C^2(\text{H}_2) \cdot C(\text{O}_2), \quad \overleftarrow{V} = \overleftarrow{k} \cdot C^2(\text{H}_2\text{O}).$$

Если  $\vec{V} > \overleftarrow{V}$ , то за единицу времени молекул воды будет образовываться

больше, чем распадаться; если  $\vec{V} < \overleftarrow{V}$ , то распадаться будет больше, чем образовываться. Наконец, если  $\vec{V} = \overleftarrow{V}$ , число распадающихся и образующихся за единицу времени молекул воды будет одинаково; система достигнет состояния равновесия.

Нагреем водяной пар до 2000 °С. В первый момент времени в соответствующей системе молекулы водорода и кислорода отсутствуют и  $\vec{V} = 0$ . Скорость же реакции разложения молекул воды  $\overleftarrow{V}$  при достигнутой температуре является отличной от нуля. По мере разложения молекул воды скорость  $\vec{V}$  станет нарастать, а скорость  $\overleftarrow{V}$  - уменьшаться. В результате протекания двух противоположных по направлению реакций наступит такой момент, когда обе скорости станут равными по величине.

Если первоначально исходить не из водяного пара, а из водорода и кислорода, то результат будет тем же. И в первом и во втором случае при равенстве скоростей обеих реакций устанавливается **химическое равновесие**. Равновесие **характеризуется тем, что концентрации всех компонентов достигают постоянных значений и в реакционной системе в неизменном количестве присутствуют как исходные реагенты, так и продукты их взаимодействия**.

В состоянии равновесия видимых изменений в системе не происходит. Это обусловлено тем, что взаимно противоположные реакции протекают с одинаковыми скоростями. Причем к одним и тем же равновесным условиям можно подойти с двух различных направлений – либо со стороны исходных веществ, либо со стороны продуктов. Подобное химическое равновесие является **равновесием динамическим**: постоянно идет и образование молекул и их распад, но число образующихся за единицу времени молекул равно числу распадающихся.

Динамическое равновесие очень важно отличать от другого состояния, которое называют **метастабильным равновесием**. Например, можно поме-

стить в реакционный сосуд смесь  $O_2$ ,  $H_2$  и  $H_2O$ , но не повышать температуру. Из-за низкой температуры химическая реакция развиваться не будет. Соответственно концентрации компонентов смеси не будут меняться со временем, что формально соответствует установлению равновесия, т. е. достижению равенства скоростей прямой и обратной реакций. Однако скорости реакций одинаковы, потому что равны нулю. Истинное (динамическое) состояние равновесия установится в системе лишь при повышении температуры, стимулирующей протекание как прямой, так и обратной реакции.

## 4.2. КОНСТАНТА ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

Пользуясь выражениями для скорости прямой и обратной реакции, можно получить количественную характеристику равновесного состояния системы. При равновесии  $\vec{V} = \overleftarrow{V}$ , следовательно:

$$\vec{k} \cdot C^2(H_2) \cdot C(O_2) = \overleftarrow{k} \cdot C^2(H_2O_{\text{пар}}).$$

Перенесем константы скоростей в одну сторону уравнения, а концентрации реагентов – в другую:

$$\frac{\vec{k}}{\overleftarrow{k}} = \frac{C^2(H_2O_{\text{пар}})}{C^2(H_2) \cdot C(O_2)}.$$

Частное от деления двух постоянных величин  $\vec{k}$  и  $\overleftarrow{k}$  есть также величина постоянная. Она называется константой равновесия и обозначается  $K_c$ . Таким образом:

$$K_c = \frac{C^2(H_2O_{\text{пар}})}{C^2(H_2) \cdot C(O_2)}.$$

Константа равновесия  $K_c$  представляет собой отношение произведения концентраций продуктов взаимодействия к произведению концентраций исходных веществ. При этом концентрация каждого вещества берется в степени, равной соответствующему стехиометрическому коэффициенту в уравнении реакции. Численное значение константы равновесия зависит от температуры, но не зависит от концентрации реагентов. Если происходит изменение концентрации одного из веществ, участвующих в реакции, это вызывает изменение концентраций всех остальных компонентов, причем таким образом, что  $K_c$  сохраняет свое значение.

Для реакций с участием газообразных веществ константа равновесия также может быть выражена через парциальные давления реагентов. В этом случае константу обозначают  $K_p$ . Например, для равновесной системы, содержащей пары воды можно записать:

$$K_p = \frac{p^2(\text{H}_2\text{O}_{\text{пар}})}{p^2(\text{H}_2) \cdot p(\text{O}_2)}$$

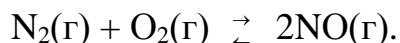
Воспользовавшись уравнением состояния идеального газа  $p_i = n_iRT/V = C_iRT$ , можно установить связь значений  $K_p$  и  $K_c$ :

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}. \quad (4.1)$$

Параметр  $\Delta n$  в уравнении (4.1) соответствует изменению числа молей газообразных веществ при переходе от исходных реагентов к продуктам взаимодействия.

$K_p$  и  $K_c$  имеют различные значения, когда в химической реакции число молей исходных газообразных реагентов и число молей газообразных продуктов не совпадают, то есть  $\Delta n \neq 0$ . Когда эти числа совпадают,  $K_p$  и  $K_c$  будут равны, как, например, для следующей реакции, протекающей без изменения

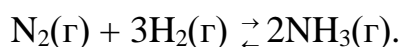
числа молей газообразных веществ:



По величине константы равновесия можно судить о степени протекания реакции. При большом значении  $K_c$  или  $K_p$  равновесие сильно сдвинуто вправо, т. е. большая часть исходных веществ превращается в продукты. При очень малых значениях константы равновесия прямая реакция протекает в незначительной степени, и равновесная смесь содержит преимущественно исходные реагенты. Также по константе равновесия можно предсказывать направление, в котором будет протекать реакция по мере приближения к равновесию, и вычислять концентрации компонентов в состоянии равновесия.

Например, рассмотрим смесь из 2,00 моль  $\text{H}_2$ , 1,00 моль  $\text{N}_2$  и 2,00 моль  $\text{NH}_3$ , помещенную в сосуд объемом 1 л при температуре 472 К. Будет ли реакция между  $\text{H}_2$  и  $\text{N}_2$  давать дополнительное количество  $\text{NH}_3$ , если при заданной температуре константа равновесия  $K_c$  составляет величину 0,105?

Подставим начальные концентрации  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  и  $\text{NH}_3$  в выражение для константы равновесия реакции:



$$K_c = \frac{C^2(\text{NH}_3)}{C(\text{N}_2) \cdot C^3(\text{H}_2)}. \quad K'_c = \frac{2,00^2}{1,00 \cdot 2,00^3} = 0,500.$$

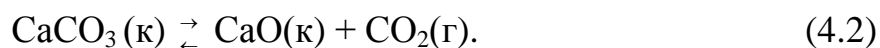
По условию задачи известно, что при заданной температуре  $K_c = 0,105$ . Следовательно, для того чтобы система приблизилась к равновесию, отношение  $\frac{C^2(\text{NH}_3)}{C(\text{N}_2) \cdot C^3(\text{H}_2)}$  должно уменьшиться с 0,500 до 0,105. Это произойдет при



уменьшении  $C(\text{NH}_3)$  и увеличении  $C(\text{N}_2)$  и  $C(\text{H}_2)$ . Следовательно, равновесие будет смещаться справа налево.

### 4.3. ГЕТЕРОГЕННОЕ ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Реакции с участием веществ, находящихся в различных фазовых состояниях называют гетерогенными. Примером такой реакции может служить термическое разложение кальцита в замкнутом объеме:

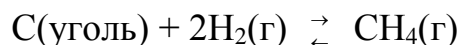


Общий вид константы равновесия справедлив и для гетерогенных реакций. Только в этом случае концентрации твердых веществ не входят в выражение константы равновесия. Дело в том, что парциальные давления (или концентрации) твердых веществ постоянны (условно можно принять их равными единице) и поэтому включаются в константу  $K_p$ . Например, для реакции (4.2):

$$K'_p = \frac{p(\text{CO}_2)p(\text{CaO})}{p(\text{CaCO}_3)} = \frac{p(\text{CO}_2)\text{const}_1}{\text{const}_2}; \quad \frac{K'_p}{\text{const}_{1,2}} = K_p = p(\text{CO}_2).$$

В качестве примера практического анализа состояния гетерогенного равновесия рассмотрим следующую задачу.

При 573 К для реакции



константа равновесия  $K_p$  составляет  $1,53 \cdot 10^{-3}$ . Определить, будет ли взрывоопасной метановоздушная смесь в замкнутом объеме (помещении) равном 50

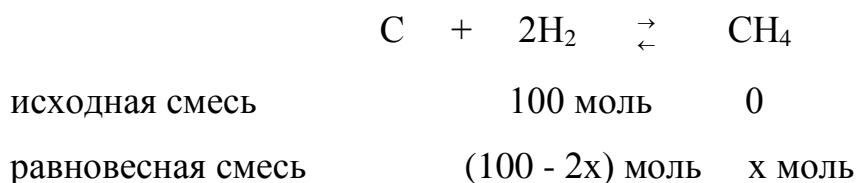
м<sup>3</sup>, в котором при 573 К и атмосферном давлении контактировали уголь и молекулярный водород. Масса водорода составила 200 г.

Решение.

1. Для рассматриваемой гетерогенной реакции:  $K_p = p(\text{CH}_4)/p^2(\text{H}_2)$ .

2. Определим исходное количество водорода в системе:  $n(\text{H}_2) = m(\text{H}_2)/M(\text{H}_2) = 200/2 = 100$  моль.

3. Определим состав равновесной смеси газов ( $\text{H}_2$  и  $\text{CH}_4$ ). Обозначим через  $x$  число молей образовавшегося метана. Так как на его образование (согласно стехиометрическим коэффициентам уравнения реакции) должно израсходоваться  $2x$  моль водорода, то в равновесной смеси останется  $(100 - 2x)$  моль  $\text{H}_2$ . Запишем:



Общее количество водорода и метана в равновесной смеси составляет суммарную величину:  $\Sigma n = 100 - 2x + x = (100 - x)$  моль.

Для парциальных давлений компонентов получим следующие выражения ( $P$  - атмосферное давление):

$$p(\text{H}_2) = \frac{(100 - 2x)P}{100 - x}; \quad p(\text{CH}_4) = \frac{xP}{100 - x}.$$

Подставим эти выражения в уравнение для константы равновесия:

$$K_p = \frac{p(\text{CH}_4)}{p^2(\text{H}_2)} = \frac{x \cdot P(100 - x)^2}{P^2(100 - x)(100 - 2x)^2} = \frac{x(100 - x)}{P(100 - 2x)^2}.$$

После преобразований и подстановки численных значений величин получим:

$$K_p \cdot P(100 - 2x)^2 = x(100 - x); 1,53 \cdot 10^{-3} \cdot 1,013 \cdot 10^5 (100 - 2x)^2 = x(100 - x).$$

$$6,2x^2 - 620x + 15499 = 0. \quad x_1 = 50,4 \text{ моль}, \quad x_2 = 49,6 \text{ моль}.$$

Первый корень квадратного уравнения ( $x_1$ ) - посторонний, так как из условия задачи следует:  $100 - 2x \geq 0$ ,  $x \leq 50$ .

4. Оценим взрывоопасность газовой смеси, образующейся при доступе воздуха к 49,6 моль  $\text{CH}_4$  в объеме  $50 \text{ м}^3$ . Учтем, что нижний предел взрываемости ( в объемных процентах) при 293 К и атмосферном давлении для метана в смеси с воздухом составляет 5,0 %, а верхний - 14,9 %.

$$V(\text{CH}_4) = n(\text{CH}_4) \cdot V_m = 49,6 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ моль/л} = 1111 \text{ л}.$$

$$\varphi(\text{CH}_4) = V(\text{CH}_4)/50 \text{ м}^3 = 1111 \cdot 10^{-3}/50 = 0,022 = 2,2 \text{ \%}.$$

Полученный результат свидетельствует, что образующаяся газовоздушная смесь в указанном объеме (помещении) не будет взрывоопасной по метану. Не достигается нижний предел взрываемости (составляет 4 % по объему) и для водородовоздушной смеси, образуемой остатком водорода.

#### 4.4. СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

В системе, находящейся в состоянии динамического равновесия, прямой и обратный процессы протекают с одинаковыми скоростями. Изменение условий, в которых находится система, может нарушить состояние равновесия. В результате равновесие будет смещаться до тех пор, пока не установится новое равновесие.

Для определения направления смещения равновесия может быть использован **принцип Ле Шателье - Брауна**:

**если на систему, находящуюся в состоянии равновесия, оказывают внешнее воздействие (например, изменяют давление, концентрацию реагентов или температуру), то в системе будут развиваться процессы, смещающие равновесие в том направлении, которое ослабляет внешнее воздействие.**

Так, повышение давления сдвигает равновесие в сторону уменьшения количества газообразных веществ. Добавление в равновесную систему какого-либо компонента реакции сдвигает равновесие в сторону уменьшения количества этого компонента. Повышение (понижение) температуры сдвигает равновесие в сторону протекания реакции, являющейся эндотермической (экзотермической). Знание условий для проведения химической реакции в нужном направлении часто важно в практическом значении. Поэтому рассмотрим влияние различных факторов на смещение химического равновесия более подробно.

Пусть в равновесную систему



вводится избыток водорода. Постоянство значения константы равновесия

$K_p = \frac{p^2(\text{H}_2\text{O})}{p^2(\text{H}_2)p(\text{O}_2)}$  может быть при этом сохранено только в том случае, если

соответственно уменьшится концентрация кислорода и увеличится концентрация водяного пара. Практически это означает, что, желая при данных внешних условиях полнее использовать кислород, следует увеличивать концентрацию водорода. С другой стороны, чтобы полнее использовать водород, нужно вводить в систему избыток кислорода.

Того же эффекта - более полного использования одного из реагирующих веществ - можно добиться и путем уменьшения концентрации другого участника реакции. Допустим, что система (4.3) заключена в реакционном

сосуде, непроницаемом для водяного пара и кислорода, но пропускающем водород. Тогда последний будет покидать систему, уменьшая тем самым знаменатель выражения для константы равновесия. В силу постоянства  $K_p$ , неизбежным результатом этого явится дальнейшее разложение водяного пара и накопление свободного кислорода.

Соединение водорода с кислородом сопровождается выделением тепла, а распад водяного пара - его поглощением. Поэтому, чем больше тепла сообщается системе извне, тем более это благоприятствует распаду водяного пара, т. е. эндотермической реакции. Наоборот, отвод тепла от системы путем ее охлаждения затрудняет распад водяного пара и тем самым благоприятствует более полному соединению водорода с кислородом, т. е. экзотермической реакции. Следовательно, при нагревании равновесной системы равновесие смещается в сторону эндотермической реакции, при охлаждении - в сторону экзотермической.

Для газообразной системы (4.3) имеем в левой части уравнения 3 моля газов, в правой - 2 моля. Применяя закон Авогадро, найдем, что если бы весь водяной пар разложился на водород и кислород, то система занимала бы объем  $V = V_m \cdot n = 22,4 \cdot 3 = 67,2$  л, а если бы распада совсем не было -  $V = V_m \cdot n = 22,4 \cdot 2 = 44,8$  л.

Изменение оказываемого на газообразную систему внешнего давления должно вызывать соответствующее изменение объема. При повышении давления он будет уменьшаться, при понижении - увеличиваться. Допустим, что оказываемое на систему внешнее давление повышается. Равновесие (4.3) при этом будет смещаться в сторону образования водяного пара, т. е. его относительная концентрация возрастет. Но по закону действия масс соответственно ускоряется идущее с увеличением объема разложение водяного пара на водород и кислород:  $\overleftarrow{V} = kC^2(\text{H}_2\text{O})$ . Новое состояние равновесия установится при такой концентрации водяного пара, когда создаваемое самой системой давление станет равно производимому на нее извне.

Таким образом, при увеличении внешнего давления на систему (4.3) равновесие сместится в сторону образования паров воды, при уменьшении - в сторону распада ее молекул. Следует обратить внимание, что речь идет об изменении общего, а не парциального давления газов. Внешнее воздействие на равновесную систему, заключающееся в изменении парциального давления какого - либо газообразного реагента идентично ситуации, когда меняется концентрация этого реагента. В общем случае, для реакций с участием газов повышение внешнего давления смещает равновесие в сторону меньшего числа молей газообразных веществ. Отсюда вытекает формулировка принципа смещения равновесий применительно к влиянию давления на равновесие обратимых газовых реакций: **при увеличении давления равновесие смещается в сторону образования меньшего числа молекул газообразных веществ, а при уменьшении давления - в сторону большего.**

В том случае, когда общее число молекул газообразных веществ в левой и правой частях уравнения реакции одинаково, изменение давления не влияет на положение химического равновесия.

Занимаемые твердыми и жидкими веществами объемы мало меняются в процессе изменения внешнего давления. Поэтому данный параметр почти не влияет на равновесия конденсированных систем. В смешанных случаях, когда одновременно имеются вещества в различных агрегатных состояниях, для учета влияния давления на равновесие практическое значение обычно имеет только число молекул газообразных веществ.

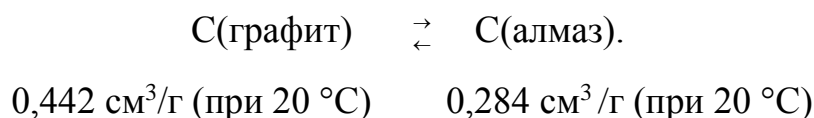
В качестве примера рассмотрим гетерогенную равновесную систему:



Подходя к подсчету количества частиц формально (2 моля - слева и 2 моля - справа), можно было бы сделать вывод, что давление не влияет на равновесие данной системы. Однако газами являются только  $\text{CO}_2$  и  $\text{CO}$ . По-

этому повышение давления будет смещать рассматриваемое равновесие влево (в сторону меньшего числа молей газообразных веществ), а понижение давления - вправо (в сторону большего числа молей газов).

В соответствии с принципом Ле Шателье - Брауна происходят смещения всех фазовых равновесий. Так, если повышать давление в системе, то сдвиг равновесия будет происходить в сторону той фазы, которая имеет меньший удельный объем и большую плотность. Например, с увеличением давления сместится в сторону продукта следующее равновесие (под химическими формулами веществ указаны их удельные объемы при соответствующих температуре и давлении):



Изменение внешнего давления мало влияет на химическое равновесие фазового перехода, когда все участвующие в нем вещества находятся в конденсированном состоянии. Заметно влияют лишь давления порядка  $1 \cdot 10^9$  Па. В соответствии с этим, существенно зависят от давления температуры кипения веществ и мало зависят температуры плавления.

Разбавление газообразных реагентов инертным газом приводит к смещению равновесия в том же направлении, что и уменьшение общего давления в системе.

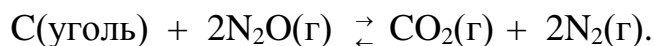
Повышение температуры ведет к смещению фазового равновесия в том направлении, которое характеризуется поглощением теплоты. Так, диссоциация одного моля паров воды на водород  $\text{H}_2$  и кислород  $\text{O}_2$  требует затрат 241,98 кДж (эндотермический процесс). При обычной температуре вода - вполне термически устойчивое соединение, но с ростом температуры происходит постепенный сдвиг вправо соответствующего равновесия (4.3).

Сдвиг равновесия приводит к тому, что степень разложения воды на

водород и кислород, составляющая, например, 0,03 % при 1273 К достигает 11,2 % при 2773 К.

#### 4.5. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

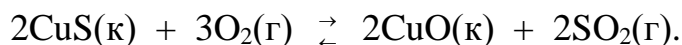
1. Напишите выражение для константы равновесия реакции:



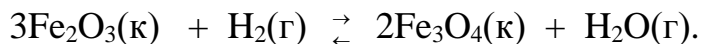
2. Напишите выражение для константы равновесия реакции:



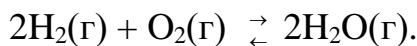
3. Рассчитайте исходную концентрацию  $\text{O}_2$ , если равновесные концентрации составляют  $\text{C}(\text{O}_2) = 0,1$  моль/л,  $\text{C}(\text{SO}_2) = 0,15$  моль/л:



4. Рассчитайте исходную концентрацию водорода, если равновесные концентрации составляют  $\text{C}(\text{H}_2) = 0,15$  моль/л,  $\text{C}(\text{H}_2\text{O}) = 0,3$  моль/л:

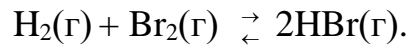


5. Как сдвинется равновесие, если объём системы уменьшится:

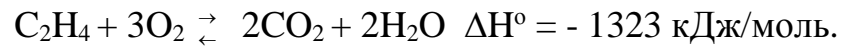


6. В какую сторону сдвинется равновесие при уменьшении объёма системы:





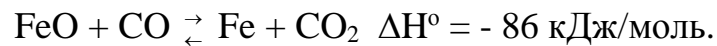
7. В каком направлении сдвинется равновесие при повышении температуры:



8. Как сдвинется равновесие в системе, если уменьшить температуру:



9. Как повлияет на равновесие падение температуры в системе:



## Глава 5

### ОБРАЗОВАНИЕ РАСТВОРОВ

## 5.1. РАСТВОРЫ

Среди различных веществ, окружающих нас в природе, лишь очень немногие не содержат примесей. Большинство природных и техногенных веществ содержат несколько компонентов и представляют собой смеси. Многие такие смеси являются гомогенными (однородными), т. е. составляющие их компоненты равномерно на молекулярном уровне распределены относительно друг друга. Подобные гомогенные системы переменного состава, образованные двумя и более веществами, называют **растворами**.

Примерами растворов служат природные водные системы, многие технические растворы, применяемые при обогащении полезных ископаемых, различные фракции перегонки нефти.

Если при образовании раствора равномерное распределение индивидуальных веществ приводит к образованию твердой однофазной системы, то такую систему называют твердым раствором. Твердые растворы составляют основу большинства применяемых в технике сплавов металлов. Эти растворы также распространены среди природных минералов.

Кроме жидких и твердых растворов существуют газовые растворы. Воздух, которым мы дышим, представляет собой гомогенную смесь газообразных веществ. В окружающем нас мире можно найти много примеров растворов. Так, воды Мирового океана представляют собой водный раствор большого числа различных веществ.

Природные водные растворы являются сложными физико - химическими системами, образующимися при взаимодействии воды с горными породами и минералами. К природным растворам относятся как поверхностные воды (воды рек, озер, морей, океанов), так и подземные воды (почвенные и грунтовые воды, межпластовые, жильные, карстовые воды и т. п.).

Среднее содержание солей в речных водах составляет около 0,01 % (по массе). Несмотря на относительно малое содержание растворенных солей, их

ежегодно выносятся реками в океан более двух миллиардов тонн. Содержание солей в морской воде несравненно больше, чем в речной. Для Мирового океана оно составляет в среднем 3,5 %. Среди солей океана значительно преобладают хлориды и сульфаты натрия и магния. Среднее содержание важнейших ионов океанской воды (в массовых процентах) представлено в таблице 5.1.

Основное количество ионов металлов накапливалось в морской воде в результате разрушения горных пород земной поверхности. Кроме отмеченных выше, океан содержит практически и все остальные известные химические элементы, но в еще меньших количествах.

Для характеристики составных частей растворов используют понятия «растворитель» и «растворенное вещество». Обычно растворителем называют компонент, сохраняющий свое фазовое состояние при образовании раствора.

*Таблица 5.1*

**Процентное содержание ионов, присутствующих в морской воде в наибольшем количестве**

Ион	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
ω, %	1,9	1,1	0,27	0,13	0,041	0,040	0,011

Например, при образовании раствора из NaCl и H<sub>2</sub>O растворителем является вода, т. к. именно она переходит в раствор, не меняя своего агрегатного состояния. Если все компоненты раствора до перемешивания находятся в одинаковой фазе, растворителем называют тот компонент, который содер-

жится в наибольшем количестве. Например, в окружающем нас газообразном по агрегатному состоянию растворе - атмосферном воздухе растворителем является азот. Остальные газы, присутствующие в атмосфере в меньшем количестве (кислород, углекислый газ, водород и т. д.), являются растворенными веществами. Количество растворенного компонента принято характеризовать концентрацией раствора.

## 5.2. СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРОВ

Концентрация является одной из важных характеристик раствора. Для качественного описания концентрации используются такие понятия как разбавленный и концентрированный раствор. Растворы, содержащие очень много растворенного вещества, называют **концентрированными**, содержащие его немного - **разбавленными**. Концентрированный раствор может быть насыщенным и ненасыщенным.

Для водных растворов веществ при фиксированном значении температуры обычно существует предел насыщения. Например, сколько бы ни находился хлорид натрия в воде при 20 °С, больше 36 г NaCl в 100 г H<sub>2</sub>O не растворится, избыточное количество соли останется в твердой фазе.

В насыщенном жидком растворе осадок твердого вещества существует в динамическом равновесии с тем же веществом, находящимся в растворенном состоянии: скорость отрыва частиц с поверхности кристаллов равна скорости их обратного оседания.

Раствор, в котором растворенного вещества меньше, чем в насыщенном растворе, называется ненасыщенным. При внесении в него новых количеств данного вещества, последнее растворяется и концентрация раствора возрастает. Раствор называется пересыщенным, если его концентрация больше, чем у насыщенного раствора. Пересыщенный раствор может образоваться, например, в результате осторожного охлаждения раствора, насыщенного при

более высокой температуре. Если внести в него частицу того вещества, которое в нем растворено, весь избыток последнего сразу выкристаллизовывается. Пересыщенные растворы в отличие от насыщенных - неустойчивые системы и способны существовать только в отсутствии контактирующей с ними твердой фазы растворенного вещества (затравки).

Следует принимать во внимание, что насыщенный раствор может содержать очень мало растворенного вещества, если оно плохо растворимо. Например, насыщенный раствор  $\text{CaSO}_4$  при  $18\text{ }^\circ\text{C}$  содержит в 100 г раствора всего 0,2 г соли, тогда как раствор, содержащий 25 г  $\text{KNO}_3$  в 100 г воды при  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , - ненасыщенный.

Для количественного выражения концентрации растворов на практике используют несколько способов. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

1.  $\omega(\text{X})$  - **массовая доля растворенного вещества**. Определяется отношением массы растворенного вещества X к общей массе раствора. Выражается в процентах или долях единицы:

$$\omega(\text{X}) = \frac{m(\text{X})}{m(\text{раствора})} 100\%.$$

Например,  $\omega(\text{NaCl}) = 2,5\%$  - массовая доля хлорида натрия в растворе составляет 2,5 %.

2.  $\text{C}(\text{X})$  – **молярная концентрация** (концентрация количества растворенного вещества X). Определяется числом молей  $\nu(\text{X})$  данного компонента, приходящимся на единицу объема раствора (1 л); размерность моль/л или второе возможное обозначение – М:

$$\text{C}(\text{X}) = \frac{\nu(\text{X})}{V} = \frac{m(\text{X})}{M(\text{X})V} \left[ \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}} \right].$$

Например,  $C(\text{HCl}) = 0,1$  моль/л или  $C(\text{HCl}) = 0,1$  М - молярная концентрация раствора соляной кислоты составляет 0,1 моль/л.

3.  $\chi(\text{X})$  – **молярная доля компонента X**. Определяется отношением числа молей этого компонента к сумме чисел молей всех компонентов раствора. Молярная доля может быть выражена как в долях единицы, так и в процентах:

$$\chi(\text{X}) = \frac{\nu(\text{X})}{\sum \nu_i}$$

Молярные доли являются наиболее удобными характеристиками состава при теоретическом анализе свойств растворов, поскольку показывают, какую часть от общего числа молекул (атомов) в системе составляют молекулы (атомы) определенного компонента.

4.  $b(\text{X})$  – **моляльная концентрация** раствора или моляльность. Определяется отношением количества растворенного вещества  $\nu(\text{X})$  к массе растворителя  $m(\text{Y})$ ; размерность моль/кг:

$$b(\text{X}) = \frac{\nu(\text{X})}{m(\text{Y})} \left[ \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{КГ}} \right].$$

Следует обратить внимание на различие между молярной концентрацией и моляльностью: при определении моляльности используется масса растворителя, при определении молярности – объем раствора.

5.  $C_f(\text{Э}(\text{X}))$  или  $C_n(\text{Э}(\text{X}))$  – **молярная концентрация эквивалента (эквивалентная концентрация)**. Определяется отношением числа молей эквивалента вещества  $\nu_f(\text{X})$  к объему раствора; размерность моль (экв)/л или второе возможное обозначение – н.:

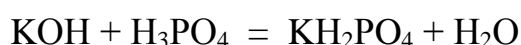
$$C_f(\text{Э}(\text{X})) = \frac{v_f(\text{X})}{V} = \frac{m(\text{X})}{M(\text{Э}(\text{X}))} \quad \left[ \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}} \right].$$

Например, молярная концентрация эквивалента соляной кислоты составляет 0,1 моль/л:  $C_f(\text{HCl}) = 0,1$  моль/л или  $C_f(\text{HCl}) = 0,1$  н.; молярная концентрация эквивалента фосфорной кислоты составляет 0,2 моль/л:  $C_f(1/3 \text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2$  моль/л или  $C_f(1/3 \text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2$  н.

Напомним, что **эквивалент Э(X)** - это реальная либо условная частица (атом, молекула либо какая-то часть молекулы) вещества X, которая эквивалентна одному иону водорода в реакции ионного обмена или одному электрону в окислительно - восстановительной реакции.

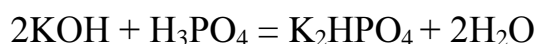
Необходимо особо подчеркнуть, что эквивалент для данного вещества не является неизменной величиной, а зависит от того, в какой конкретной реакции участвует это вещество.

Поскольку для кислот и оснований эквивалент представляет собой частицу вещества, которая в данной реакции высвобождает один ион водорода или соединяется с ним (или каким-либо другим образом эквивалентна ему), то, например, в реакции:



эквивалент фосфорной кислоты равен молекуле  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ( $\text{Э}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \text{H}_3\text{PO}_4$ ), поскольку в рассматриваемой реакции одна молекула кислоты высвобождает только один ион водорода.

В другой реакции:



эквивалент кислоты равен половине молекулы ( $\text{Э}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{2} \text{H}_3\text{PO}_4$ ), т. к. в рассматриваемой реакции одна молекула кислоты высвобождает два иона

водорода.

В случае реакции восстановления  $\text{KMnO}_4$  в кислой среде

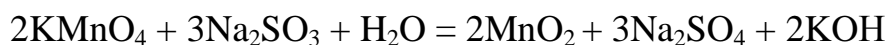


эквивалент  $\text{KMnO}_4$  составляет  $1/5$  часть молекулы, т. к. в данной реакции один перманганат – ион (одна молекула перманганата калия) присоединяет пять электронов:

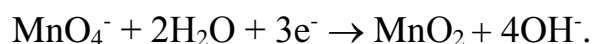


Следовательно,  $\mathcal{E}(\text{KMnO}_4) = 1/5 \text{ KMnO}_4$ .

Для реакции восстановления  $\text{KMnO}_4$  в нейтральной среде



эквивалент  $\text{KMnO}_4$  будет равен  $1/3$  части молекулы, т. к. в данной реакции одна молекула перманганата калия присоединяет три электрона:



Следовательно,  $\mathcal{E}(\text{KMnO}_4) = 1/3 \text{ KMnO}_4$ .

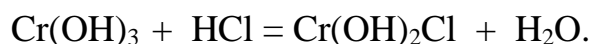
Молярной массой эквивалента вещества X называют массу одного моля эквивалентов этого вещества.

Например, если  $\mathcal{E}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1/2 \text{ H}_3\text{PO}_4$ , то  $M(\mathcal{E}(\text{H}_3\text{PO}_4)) = 1/2 M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98/2 = 49 \text{ г/моль}$ .

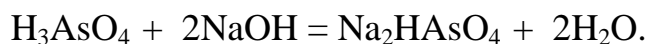
### 5.2.1. Задачи для самостоятельного решения



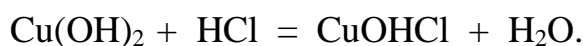
1. Вычислить молярную массу эквивалента основания, исходя из уравнения реакции:



2. Вычислить молярную массу эквивалента кислоты, исходя из уравнения реакции:



3. Вычислить молярную массу эквивалента основания, исходя из уравнения реакции:



4. Рассчитать массовую долю вещества в растворе, полученного при растворении 4 г этого вещества в 30 мл воды.

5. Сколько граммов вещества нужно растворить в 460 г воды, чтобы получить 20 %-ный раствор?

6. Сколько граммов соли и воды содержится в 700 г 11 %-ного раствора?

7. К 1 л 6 %-ного раствора фосфорной кислоты ( $\rho = 1,031$  г/мл) прилили 1 л воды. Какова молярная концентрация полученного раствора?

8. Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  содержится в 1 л 0,5 н. раствора?

9. Вычислить молярность 12 %-ного раствора KOH ( $\rho = 1,1$  г/мл).

10. В 250 мл раствора KCNS содержится 30 г соли. Вычислить эквивалентную концентрацию раствора.

11. Вычислить молярную концентрацию 20 %-ного раствора сульфата железа (II) ( $\rho = 1,21$  г/мл).

12. Сколько граммов  $\text{AgNO}_3$  и воды надо взять для приготовления 200 мл 0,1 н. раствора?

13. Сколько граммов хлорида железа (III) содержится в 20 мл 0,15 н.

раствора?

14. По известной молярной концентрации выразить концентрацию водного раствора через массовую долю растворенного вещества, моляльность, молярную долю и эквивалентную концентрацию:

Номер задачи	Растворенное вещество	Концентрация $C(X)$ , моль/л	Плотность раствора, г/мл	Температура $T$ , К
1	$AgNO_3$	1,405	1,194	293
2	$AlCl_3$	1,185	1,129	291
3	$BaCl_2$	1,444	1,253	293
4	$CaCl_2$	1,190	1,101	293
5	$Ca(NO_3)_2$	1,100	1,128	291
6	$CdSO_4$	1,034	1,198	291
7	$FeCl_3$	1,900	1,234	293

Ответы. **1.** 20 %; 1,468 моль/1000 г; 0,026; 1,405 моль(экв)/л. **2.** 14 %; 1,22 моль/1000 г; 0,022; 3,555 моль(экв)/л. **3.** 24 %; 1,52 моль/1000 г; 0,027; 2,89 моль(экв)/л. **4.** 12 %; 1,23 моль/1000 г; 0,022; 2,38 моль(экв)/л. **5.** 16 %; 1,161 моль/1000 г; 0,021; 2,2 моль(экв)/л. **6.** 18 %; 1,053 моль/1000 г; 0,019; 2,068 моль(экв)/л. **7.** 25 %; 2,055 моль/1000 г; 0,036; 5,7 моль(экв)/л.

### 5.3. РАСТВОРИМОСТЬ ВЕЩЕСТВА И ЕЕ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

**Растворимостью** называют способность вещества растворяться в том или ином растворителе. Количественно растворимость характеризуется концентрацией насыщенного раствора при определенных температуре и давлении. Растворимость зависит от природы растворенного вещества и растворителя, температуры, внешнего давления. Растворимость твердых, жидких и

газообразных веществ в жидкостях во многом зависит от того, являются ли растворенное вещество и растворитель оба полярными или неполярными веществами (взаимная растворимость относительно велика), или одно из них полярно, а другое неполярно (взаимная растворимость незначительна).

Молекула называется **полярной** (дипольной), если в ней центры положительных и отрицательных зарядов не совпадают и находятся на некотором расстоянии  $r$  друг от друга. Мерой полярности молекулы служит **дипольный момент  $\mu$**  - произведение абсолютной величины заряда  $e$  одного из полюсов диполя на расстояние  $r$  между центрами зарядов:  $\mu = er$ .

Жидкости, используемые в качестве растворителей, считают малополярными, если дипольный момент образующих их молекул менее  $5 \cdot 10^{-30}$  Кл·м. При отнесении растворителей к числу мало- или сильнополярных можно руководствоваться табличными величинами диэлектрической проницаемости для этих жидкостей. Низким значениям дипольного момента ( $\mu < 5 \cdot 10^{-30}$  Кл·м), как правило, отвечают низкие значения диэлектрической проницаемости ( $\epsilon < 10$ ); жидкости же, отличающиеся большой полярностью и высокими значениями дипольного момента молекул, характеризуются также и выраженными диэлектрическими свойствами ( $\epsilon > 10$ ).

В табл. 5.2 приведены значения дипольных моментов молекул и диэлектрической проницаемости для наиболее часто применяемых растворителей.

Полярные растворители обычно смешиваются в любых пропорциях и могут также служить хорошими растворителями для других (твердых и газообразных) веществ полярного характера. Точно так же неполярные растворители, обнаруживая неограниченную растворимость друг в друге, могут служить хорошими растворителями для большинства веществ неполярного или малополярного характера. Поэтому задача подбора подходящего растворителя для того или иного вещества может быть упрощена, если известна его полярность.

**Значения дипольного момента и диэлектрической проницаемости  
для распространенных растворителей (T = 298 К)**

Растворитель	$\mu \cdot 10^{-30}$ Клм	$\epsilon$
Ацетон $\text{CH}_3\text{COCH}_3$	9,8	20,7
Бензол $\text{C}_6\text{H}_6$	0	2,28
Вода $\text{H}_2\text{O}$	6,1	80,08
Метанол $\text{CH}_3\text{OH}$	5,6	32,63
Нитробензол $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	13,3	34,75
Сероуглерод $\text{CS}_2$	0	2,64
Тетрахлорид углерода $\text{CCl}_4$	0	2,24
Толуол $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	1,3	2,38
Хлороформ $\text{CHCl}_3$	3,8	4,72
Этанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	5,7	25,2

Растворимость различных веществ в одном и том же растворителе, например, в воде, может изменяться в значительных пределах. Принято считать легкорастворимым вещество, растворимость которого при комнатной температуре (293 К) превышает 10 г на 100 г растворителя. Если растворимость находится в пределах 0,01 – 1,00 г на 100 г растворителя, то вещество считают труднорастворимым. При растворимости менее 0,01 г на 100 г растворителя вещество считают практически нерастворимым.

Образование раствора двумя веществами, каждое из которых находится в конденсированном состоянии (твердом или жидком), обычно сопровождается сравнительно небольшими изменениями объема (чаще всего в сторону сокращения). При этом давление незначительно влияет на величину их

взаимной растворимости. Лишь при давлениях порядка  $10^9$  Па удается отметить существенное изменение взаимной растворимости такого рода веществ, причем характер этого изменения можно предсказать, исходя из принципа Ле Шателье – Брауна.

Так, если при образовании раствора из двух твердых или жидких веществ А и В происходит сокращение объема, то увеличение давления оказывает положительное влияние на их взаимную растворимость. Если же при растворении имеет место увеличение объема системы, то давление оказывает отрицательное влияние на растворимость. Например, растворение нитрата аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  в воде сопровождается увеличением объема и при давлениях порядка  $10^9$  Па растворимость этого вещества в воде уменьшается примерно вдвое в сравнении с растворимостью при атмосферном давлении. Если растворимое вещество газ, а растворителем является жидкость (или твердое вещество), то образование раствора сопровождается значительным сокращением объема системы. В соответствии с этим растворимость газов в жидкостях заметно возрастает по мере увеличения давления.

Согласно устоявшимся представлениям, растворимое вещество взаимодействует с молекулами растворителя. В результате в растворе образуются соединения, состоящие из растворенного вещества и растворителя. Такие соединения получили название сольватов (от латинского *solvere* – растворять), а если растворитель – вода, то гидратов. Состав сольватов в растворе непостоянен: он меняется с изменением концентрации и температуры раствора. Наряду с сольватами (гидратами) в растворе имеются и свободные молекулы растворителя. Поэтому состав раствора в отличие от химических соединений может меняться в широких пределах. Гидраты часто удается выделить, охлаждая или выпаривая раствор, например, получены гидраты  $\text{SiSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Некоторые гидраты оказываются нестойкими, легко разлагаются при выпаривании раствора. Их существование в растворе удастся доказать лишь косвенными методами, например, исследуя спектры поглощения.

## 5.4. ОСМОС. ОСМОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ

Растворы различных веществ обладают способностью к диффузии. Это явление заключается в том, что сольватированные молекулы (ионы) растворенного вещества самопроизвольно перемещаются в среде растворителя из локальных областей большей концентрации в локальные области меньшей концентрации. В результате с течением времени концентрация раствора становится одинаковой во всем объеме жидкости. Самопроизвольное выравнивание концентрации происходит и тогда, когда два раствора различной концентрации (или раствор и растворитель) отделены друг от друга полупроницаемой перегородкой (мембраной). Такие перегородки легко пропускают через себя молекулы растворителя (например, воды), но задерживают частицы растворенного вещества. Этим свойством обладают пергамент, оболочки клеток и др. Выравнивание концентрации через полупроницаемую мембрану идет односторонне – путем поглощения растворителя из раствора с меньшей концентрацией в раствор с большей концентрацией. Процесс односторонней диффузии растворителя через полупроницаемую мембрану называется **осмосом**.

Механизм осмоса можно представить следующим образом. Так как концентрация молекул воды в разбавленном растворе больше, чем в концентрированном, а система стремится к равновесному состоянию, то из первого раствора во второй проникает через полупроницаемую мембрану больше молекул воды, чем уходит в обратном направлении. Давление, которое надо приложить к раствору, чтобы привести его в равновесие с чистым растворителем, отделенным от раствора полупроницаемой мембраной, называется осмотическим.

Немецкий ученый Пфедфер в 1887 году установил следующие **закономерности осмоса**:

1) осмотическое давление при постоянной температуре прямо пропорционально концентрации раствора:

2) осмотическое давление при постоянной концентрации пропорционально абсолютной температуре.

В том же 1887 году голландский ученый Вант - Гофф открыл закон:

**осмотическое давление раствора равно тому давлению, которое производило бы растворенное вещество, если бы оно в виде газа занимало при той же температуре объем, равный объему раствора:**

$$p = CRT, \quad (5.1)$$

где  $p$  - осмотическое давление раствора;  $C$  - молярная концентрация раствора;  $R$  - константа, численно равная универсальной газовой постоянной;  $T$  - абсолютная температура.

Закон Вант - Гоффа применим лишь к разбавленным растворам неэлектролитов, т. е. к тем системам, в которых можно пренебречь взаимодействием молекул растворенного вещества друг с другом и с молекулами растворителя. Растворы неэлектролитов высокой концентрации и электролитов любой концентрации обнаруживают значительные отклонения от этого закона.

Осмотическое давление проявляется лишь в том случае, если на пути к равномерному распределению растворенного вещества во всем объеме раствора встает полупроницаемая мембрана. При этом стремление растворенного вещества к диффузии в направлении меньших концентраций проявляется в виде одностороннего давления на полупроницаемую перегородку, поскольку давление по другую сторону этой перегородки, проистекающее от тех же самых тенденций, меньше. Таким образом, осмотическое давление не означает какое-то дополнительное механическое давление в растворителе, возникающее из-за наличия в нем растворенного вещества, а является лишь мерой стремления растворенного вещества к равномерному распределению во всем объеме растворителя, находящегося по обе стороны полупроницаемой мембраны.

Растворы, имеющие одинаковое осмотическое давление, называют **изотоническими**. Исходя из уравнения (5.1), можно было бы ожидать, что растворы самых разнообразных веществ, имеющие одну и ту же молярную концентрацию, должны быть изотоническими. В действительности из-за того, что одни вещества при растворении распадаются на ионы (более подробно о диссоциации – раздел 6) или же в результате ассоциации образуют более сложные агрегаты молекул, а другие при этом не претерпевают изменений, растворы равной молярной концентрации не всегда оказываются изотоническими.

Если учесть, что из  $n_0$  молекул растворенного вещества образуется  $n_i$  дочерних частиц, то в уравнение (5.1) для расчета осмотического давления необходимо ввести дополнительный множитель  $i$ , называемый изотоническим коэффициентом Вант - Гоффа:

$$p_{\text{осм.}} = i \cdot C \cdot R \cdot T.$$

Коэффициент  $i$  равен отношению числа отдельных частиц (молекул, ионов, ассоциированных молекул)  $n_i$  к общему числу молекул растворенного вещества  $n_0$  в объеме раствора:  $i = n_i / n_0$ . Он показывает, во сколько раз число частиц в растворе электролита больше, чем в растворе неэлектролита с такой же концентрацией.

Если из общего числа молекул растворенного вещества какая то часть  $\alpha$  их первоначального количества распалась на  $v$  дочерних частиц, а оставшая часть молекул  $(1 - \alpha)$  остается в неизменном виде, то изотонический коэффициент будет равен:

$$i = \alpha v + (1 - \alpha) = \alpha(v - 1) + 1.$$

Для электролита, распадающегося на 2 иона ( $v = 2$ ), например, для NaCl,  $i = 1 + \alpha$ ; для CaCl<sub>2</sub> (распадается на три иона)  $i = 1 + 2\alpha$  и т. д. Для ассоциата,



например,  $\text{H}_2\text{F}_2$  ( $\nu = 1/2$ )  $i = 1 - 1/2\alpha$ . Во всех случаях  $\alpha$  - это степень диссоциации или степень ассоциации растворенного вещества, выраженная в долях единицы.

### 5.4.1. Примеры решения задач

Задача 1. Давление паров воды при 293 К составляет 2332,82 Па, а давление пара раствора, содержащего нелетучее растворенное вещество – 2290,26 Па.

Определите осмотическое давление раствора при 313 К, если его плотность при этой температуре 1,01 г/см<sup>3</sup>, а молярная масса растворенного вещества равна 60 г/моль.

Решение.

1) Определим молярную долю растворенного вещества в растворе:

$$N_2 = \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}^0 - p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_{\text{H}_2\text{O}}^0} = \frac{2332,82 - 2290,26}{2332,82} = 0,0182.$$

2) Пересчитаем концентрацию, выраженную в молярных долях, на молярную концентрацию:

$$C_2 = \frac{1000\rho N_2}{N_2M_2 + N_1M_1} = \frac{1000 \cdot 1,01 \cdot 0,0182}{0,0182 \cdot 60 + 0,9818 \cdot 18,016} = 0,98 \text{ моль/л.}$$

3) Определим осмотическое давление:

$$p_{\text{осм.}} = CRT = 0,98 \cdot 8,314 \cdot 10^3 \cdot 313 = 2,573 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Ответ: осмотическое давление раствора составляет  $2,573 \cdot 10^6$  Па.

Задача 2. В каком растворе осмотическое давление будет максимальным,

если  $C(\text{NaCl}) = C(\text{K}_2\text{SO}_4) = C(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,2$  моль/л?

Решение.

1) Осмотическое давление растворов электролитов ( $\text{NaCl}$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) будет выше, чем осмотическое давление раствора неэлектролита – глюкозы ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), так как:

$p_{\text{осм.}}(\text{NaCl}) = iCRT$ ;  $p_{\text{осм.}}(\text{K}_2\text{SO}_4) = iCRT$ ;  $p_{\text{осм.}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = CRT$ , где  $i > 1$ .

2) Из двух растворов электролитов максимальное осмотическое давление будет в растворе с наибольшим изотоническим коэффициентом  $i$ .

Для сильных электролитов степень электролитической диссоциации  $\alpha$  можно принять за 1, тогда:  $i(\text{NaCl}) = 1 + 1(2-1) = 2$ ;  $i(\text{K}_2\text{SO}_4) = 1 + 1(3-1) = 3$ .

Ответ: наибольшим осмотическим давлением в ряду рассмотренных растворов обладает раствор сульфата калия.

#### 5.4.2. Задачи для самостоятельного решения

1. При 290 К осмотическое давление раствора, содержащего 0,125 г органического вещества в 25 мл воды, равно  $2,006 \cdot 10^5$  Па. Вычислить молярную массу растворенного вещества. Ответ: 60 г/моль.

2. Сколько граммов глицерина следует растворить в  $0,001 \text{ м}^3$  воды, чтобы осмотическое давление полученного раствора при 290 К было  $2,026 \cdot 10^5$  Па? Ответ: 7,73 г.

3. При температуре 300 К осмотическое давление раствора сахара составляет  $1,064 \cdot 10^5$  Па. Определите осмотическое давление этого раствора при 273 К. Ответ:  $9,682 \cdot 10^4$  Па.

4. При 298 К давление паров воды равно 23,76 мм рт. ст., а давление паров раствора глицерина - 23,68 мм рт. ст. Вычислите осмотическое давление этого раствора при 310 К. Плотность раствора составляет величину

1,0017 г/см<sup>3</sup>. Ответ: 4,585·10<sup>5</sup> Па.

## **5.5. ДАВЛЕНИЕ ПАРА РАСТВОРИТЕЛЯ НАД РАСТВОРОМ. ЗАМЕРЗАНИЕ И КИПЕНИЕ РАСТВОРА**

Жидкость, помещенная в замкнутый объем, испаряется и молекулы ее пара, ударяясь о стенки сосуда, создают определенное давление. Это давление растет с повышением температуры. Если в этой жидкости растворить нелетучее вещество (например, сахар), то при той же температуре давление пара над раствором будет ниже, чем над чистым растворителем. Это можно пояснить так. У раствора часть поверхности, с которой происходит испарение, занята молекулами растворенного вещества. Поэтому в единицу времени с этой поверхности испаряется меньше молекул растворителя, следовательно, падает и создаваемое ими давление.

Французский ученый **Рауль установил закон** (1887 г.):

**в разбавленных растворах нелетучих неэлектролитов понижение давления пара пропорционально количеству вещества, растворенного в данном количестве растворителя:**

$$\Delta p = p \frac{n}{N}, \quad (5.2)$$

где  $\Delta p$  – понижение давления пара над раствором;  $p$  – давление пара чистого растворителя;  $n$  – число молей растворенного вещества;  $N$  – число молей растворителя.

Из уравнения (5.2) следует, что понижение давления пара растворителя над раствором не зависит от природы растворенного вещества и определяется только его концентрацией: чем выше концентрация раствора, тем сильнее уменьшается давление пара над ним.

Жидкость кипит при той температуре, при которой давление насы-

щенного пара становится равным внешнему давлению. С другой стороны, температура замерзания – это та температура, при которой давление пара над жидкостью равно давлению пара над тем же веществом в твердом состоянии. Например, температура кипения воды при нормальном давлении равна  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а замерзания –  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  давление пара льда и жидкой воды  $4,6\text{ мм рт. ст.}$  ( $613\text{ Н/м}^2$ ). Так как давление пара раствора ниже давления пара чистого растворителя, то раствор кипит при более высокой, а замерзает при более низкой температуре, чем чистый растворитель (рис. 5.1).

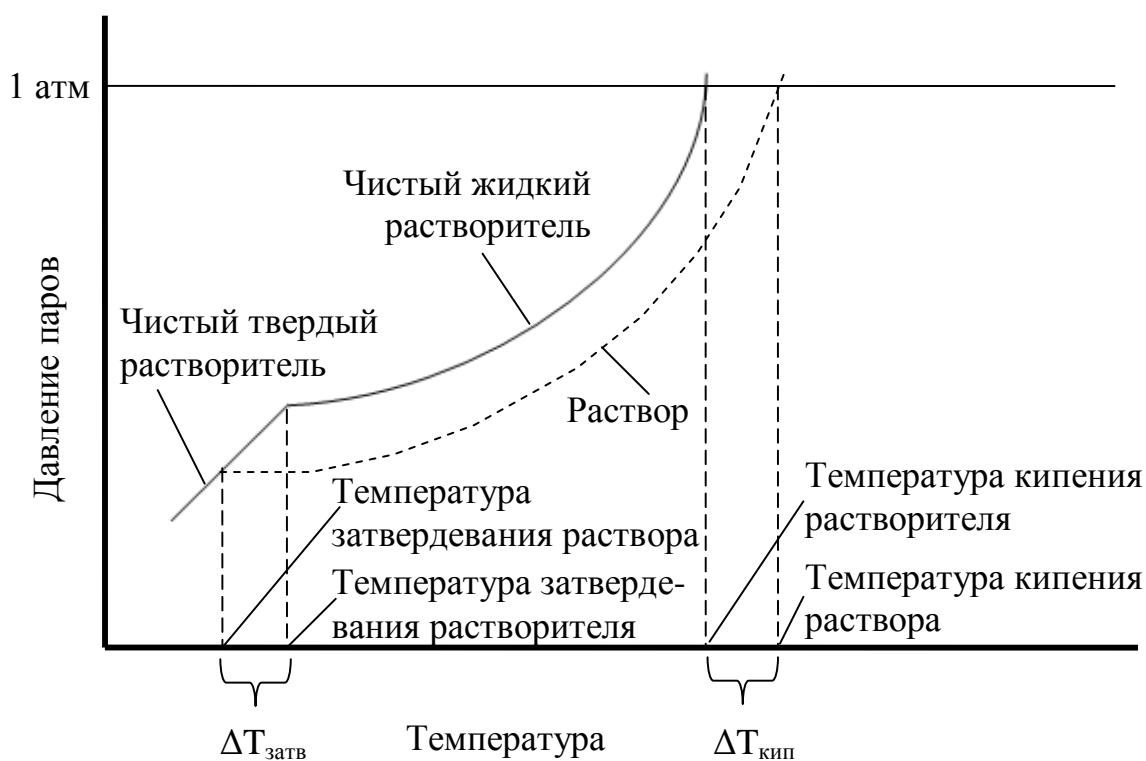


Рис. 5.1. Температурная зависимость парциального давления паров чистого растворителя и паров раствора нелетучего вещества при постоянном атмосферном давлении

Степень повышения температуры кипения и понижения температуры замерзания разбавленного раствора не зависит от природы растворенного вещества, а обусловлена только числом растворенных частиц в определенном количестве растворителя, что подчиняется закону Рауля: **понижение темпе-**

**ратуры замерзания и повышение температуры кипения пропорциональны моляльной концентрации раствора:**

$$\Delta T = K \cdot b,$$

где  $\Delta T$  - понижение температуры замерзания или повышение температуры кипения раствора;  $K$  - коэффициент пропорциональности;  $b$  - моляльная концентрация.

Из формулы видно, что если для неэлектролита  $b = 1$  моль/1000 г растворителя, то  $K = \Delta T$ .

В случае замерзания раствора коэффициент  $K$  называется **криоскопической константой**, в случае кипения - **эбуллиоскопической константой**. Эти величины постоянны для конкретного растворителя. Например, для воды  $K_{\text{криоск.}} = 1,86$ ,  $K_{\text{эбулл.}} = 0,52$ .

### 5.5.1. Примеры решения задач

Задача 1. Определите моляльную концентрацию примесей в технической уксусной кислоте, если она замерзает при 289,4 К, а ее криоскопическая константа равна 3,9. Температура замерзания чистой уксусной кислоты составляет 289,7 К.

Решение.

1) Определим понижение температуры замерзания уксусной кислоты в присутствии примесей:

$$\Delta T_{\text{крист.}} = T_{\text{крист.}}^0 - T_{\text{крист.}} = 289,7 - 289,4 = 0,3 \text{ К.}$$

2) Рассчитаем содержание примесей в 1000 г технической уксусной кислоты:

$$m = \frac{\Delta T_{\text{крист.}}}{K_{\text{крист.}}} = \frac{0,3}{3,9} \approx 0,08 \text{ моль.}$$

Ответ: моляльная концентрация примесей в уксусной кислоте составляет величину 0,08 моль/кг.

Задача 2. При растворении 0,6 г вещества - неэлектролита в 25 г воды температура кипения раствора повышается на 0,204 К. При растворении 0,3 г этого же вещества в 20 г бензола температура кипения раствора повышается на 0,668 К. Определить эбуллиоскопическую постоянную бензола, если эбуллиоскопическая постоянная воды равна 0,512.

Решение.

1) Определим молярную массу растворенного в воде вещества:

$$M_2 = \frac{K_{\text{эбулл.}} \cdot m_2 \cdot 1000}{\Delta T_{\text{кип.}} \cdot m_1} = \frac{0,512 \cdot 0,6 \cdot 1000}{0,204 \cdot 25} = 60 \text{ г/моль.}$$

2) Рассчитаем эбуллиоскопическую постоянную бензола:

$$K_{\text{эбулл.}} = \frac{\Delta T_{\text{кип.}} \cdot M_2 \cdot m_1}{m_2 \cdot 1000} = \frac{0,668 \cdot 60 \cdot 20}{0,3 \cdot 1000} = 2,67.$$

Ответ: эбуллиоскопическая постоянная бензола равна 2,67.

Задача 3. Определить степень электролитической диссоциации хлорида натрия и хлорида кальция в 2,5 % - ных водных растворах. Температуры кристаллизации растворов составляют 271,61 К и 271,95 К соответственно. Криоскопическая постоянная для воды равна 1,85.

Решение.

1) Определим моляльные концентрации растворов:

$$m(\text{NaCl}) = \frac{\omega(\text{NaCl})1000}{M(\text{NaCl})\omega(\text{N}_2\text{O})} = \frac{2,5 \cdot 1000}{58,5 \cdot 97,5} = 0,438 \text{ моль/кг.}$$

$$m(\text{CaCl}_2) = \frac{\omega(\text{CaCl}_2)1000}{M(\text{CaCl}_2)\omega(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2,5 \cdot 1000}{111 \cdot 97,5} = 0,231 \text{ моль/кг.}$$

2) Рассчитаем изотонические коэффициенты для этих растворов:

$$i = \frac{\Delta T_{\text{крист.}}}{K_{\text{криоск.}} \cdot m}; i(\text{NaCl}) = \frac{273,15 - 271,61}{1,85 \cdot 0,438} = 1,901; i(\text{CaCl}_2) = \frac{273,15 - 271,95}{1,85 \cdot 0,231} = 2,808.$$

3) Рассчитаем степень электролитической диссоциации веществ, принимая во внимание, что молекула NaCl диссоциирует на два иона ( $\nu = 2$ ), а молекула CaCl<sub>2</sub> – на три ( $\nu = 3$ ):

$$i = \alpha(\nu - 1) + 1; \alpha(\text{NaCl}) = \frac{1,901 - 1}{2 - 1} = 0,901 \text{ (90,1\%)}; \alpha(\text{CaCl}_2) = \frac{2,808 - 1}{3 - 1} = 0,904.$$

Ответ:  $\alpha(\text{NaCl}) = 90,1 \%$ ,  $\alpha(\text{CaCl}_2) = 90,4 \%$ .

### 5.5.2. Задачи для самостоятельного решения

1. Температура кипения бензола равна 80,1 °С. Его молярная теплота испарения составляет 30,77 кДж/моль. Определить температуру кипения раствора, содержащего 0,01 молярную долю нелетучего вещества в бензоле. Ответ: 80,44 °С.

2. Температура кипения сероуглерода 46,20 °С. Его эбуллиоскопическая постоянная составляет 2,3. В 50 г сероуглерода растворено 0,9373 г бензойной кислоты. Полученный раствор имеет температуру кипения 46,39 °С. Опре-

делить молярную массу бензойной кислоты в сероуглероде. Ответ: 226,9 г/моль.

3. Раствор, содержащий в 42 г бензола 0,5 г нелетучего растворенного вещества с молярной массой 182 г/моль, кипит при 80,27 °С. Температура кипения чистого бензола 80,1 °С. Определить молярную теплоту испарения бензола. Ответ: 31,19 кДж/моль.

4. Сколько граммов глицерина необходимо добавить к 1,0 кг воды, чтобы раствор не замерзал до минус 0,5 °С? Криоскопическая постоянная воды равна 1,86. Ответ: 24,75 г.

5. Раствор, содержащий 1,5 г KCl в 100 г воды, замерзает при - 0,684 °С. Определить изотонический коэффициент и давление паров воды над этим раствором при 25 °С. Давление паров чистой воды при 25 °С равно 23,76 мм рт. ст. Ответ:  $i = 1,83$ ;  $p(\text{H}_2\text{O}) = 23,60$  мм рт. ст.

6. Технический диметиламин замерзает на 0,10 градуса ниже температуры плавления (180,97 °С) чистого вещества. Вычислить молярный процент примесей, считая, что твердых растворов не образуется. Теплота плавления чистого диметиламина 5941,28 Дж/моль. Ответ: 0,22 мол. %.

7. Температура замерзания водного раствора сахара равна - 0,216 °С. Вычислить осмотическое давление раствора при этой температуре, если  $K_{\text{зам}} = 1,86$ , а плотность равна 1,01 г/см<sup>3</sup>. Ответ:  $2,54 \cdot 10^5$  Па.

## 5.6. ЗАВИСИМОСТЬ РАСТВОРИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ

Растворимость веществ в воде имеет особое значение в связи с той



большой ролью, которую вода играет в природе. Рассмотрим влияние, которое оказывают на растворимость температура и давление.

Растворимость газа в любом растворителе повышается при возрастании давления газа над поверхностью растворителя. В то же время растворимость, твердых и жидких веществ мало зависит от давления. Чтобы разобраться в причине влияния давления на растворимость газов, рассмотрим равновесие, устанавливающееся при их растворении.

Рассмотрим систему, представляющую собой цилиндр с поршнем. В цилиндре находится конденсированное жидкое вещество и его пары. С установлением равновесия скорость перехода молекул пара (газа) в жидкость и скорость перехода молекул из жидкости в газовую фазу уравниваются.

Допустим, что на поршень оказывают дополнительное давление и в результате происходит сжатие газа над раствором. Если объем газа над раствором уменьшится вдвое по сравнению с исходным объемом, давление газа должно возрасти приблизительно вдвое по сравнению с исходным давлением. Но это означает, что частота столкновений молекул газа с поверхностью раствора и, следовательно, скорость их перехода в раствор также возрастают в два раза. В результате растворимость газа должна увеличиваться до тех пор, пока вновь не установится равновесие, другими словами, до тех пор, пока скорость перехода молекул газа в раствор не уравнивается со скоростью перехода растворенных молекул из раствора в газовую фазу. Таким образом, растворимость газа должна возрастать пропорционально его давлению. Соотношение между давлением газа и его растворимостью выражается простым уравнением, которое носит название «закон Генри»:

$$C(X) = k p(X),$$

где  $C(X)$  - концентрация газа в жидкой фазе;  $p(X)$  - давление газа над раствором;  $k$  - коэффициент пропорциональности (постоянная Генри).

В качестве примера укажем, что растворимость чистого газообразного азота в воде при 25 °С и давлении  $7,9 \cdot 10^4$  Па равна  $5,3 \cdot 10^{-4}$  моль/л. Если удвоить парциальное давление газа, то, согласно закону Генри, растворимость азота в воде также удвоится и составит  $1,06 \cdot 10^{-3}$  моль/л.

Закономерное уменьшение растворимости газов с повышением температуры имеет место в природе. Так, уменьшение растворимости  $O_2$  в воде с повышением температуры - один из нежелательных эффектов, вызываемых «тепловым загрязнением» водоемов. Этот эффект имеет особенно серьезное значение для глубоких озер. Плотность теплой воды меньше плотности холодной воды, поэтому теплая вода остается на поверхности и не перемешивается с холодной. Это затрудняет растворение кислорода в глубоких слоях воды и, таким образом, отрицательно влияет на все формы жизни в воде.

Отметим, что растворимость большинства твердых веществ повышается с ростом температуры. Влияние температуры на растворимость зависит от изменения энтальпии, которым сопровождается процесс растворения. Если растворение веществ представляет собой эндотермический процесс, то растворимость этих веществ повышается с ростом температуры. Это можно понять, если воспользоваться принципом Ле Шателье - Брауна: если равновесие в системе нарушается в результате изменения температуры, положение равновесия системы смещается таким образом, чтобы противодействовать этому изменению.

Рассмотрим раствор, который находится в равновесии с не полностью растворившимся твердым веществом. Допустим, что процесс растворения протекает эндотермически, т. е. сопровождается поглощением теплоты из окружающей среды. В условиях равновесия справедливо следующее уравнение: растворенное вещество + растворитель + теплота  $\leftrightarrow$  раствор.

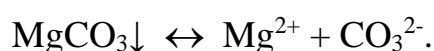
Если в рассматриваемую систему поступает теплота, то, согласно принципу Ле Шателье - Брауна, равновесие сместится в таком направлении, чтобы уменьшить влияние поступления теплоты. Следовательно, оно сме-

стится в направлении, которое соответствует поглощению теплоты, т. е. вправо. Таким образом, повышение температуры системы, означающее поступление в нее теплоты, приводит к возрастанию растворимости. Если же растворение сопровождается выделением теплоты (экзотермический процесс), повышение температуры должно вызывать уменьшение растворимости.

## 5.7. ПРОИЗВЕДЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ ТРУДНОРАСТВОРИМОГО ВЕЩЕСТВА

Рассмотрим гетерогенное химическое равновесие, возникающее в растворах при частичном растворении труднорастворимых веществ.

Для того чтобы между твердым веществом и его раствором установилось равновесие, раствор должен быть насыщенным и находиться в соприкосновении с не полностью растворившимся веществом. В качестве примера рассмотрим насыщенный раствор магнезита, находящийся в контакте с твердым  $\text{MgCO}_3$ . Химическое уравнение этого равновесия имеет вид:



Следовательно, в насыщенном растворе труднорастворимого электролита протекают два взаимно противоположных процесса: растворение, т. е. переход ионов из осадка в раствор, и кристаллизация – переход ионов из раствора в осадок.

Выражение для константы равновесия при растворении  $\text{MgCO}_3$  имеет вид:

$$K_c = \frac{C(\text{Mg}^{2+}) \cdot C(\text{CO}_3^{2-})}{C(\text{MgCO}_3)}. \quad (5.3)$$

Так как концентрация твердого вещества есть величина постоянная, можно домножить обе части выражения (5.3) на концентрацию  $\text{MgCO}_3$ . Тогда получим:

$$K_c \cdot C(\text{MgCO}_3) = \text{const} = C(\text{Mg}^{2+}) \cdot C(\text{CO}_3^{2-}). \quad (5.4)$$

Постоянная в полученном выражении (5.4) называется **произведением растворимости** и обозначается ПР:

$$\text{ПР}(\text{MgCO}_3) = C(\text{Mg}^{2+}) \cdot C(\text{CO}_3^{2-}).$$

При диссоциации труднорастворимого вещества не на два, а на большее число ионов, последнее необходимо учитывать. В подобном случае произведение растворимости равно произведению молярных концентраций ионов, на которые диссоциирует вещество, каждая из которых возведена в степень, равную стехиометрическому коэффициенту при соответствующем ионе в уравнении равновесия.

Если произведение концентраций ионов в растворе труднорастворимого вещества достигает величины его произведения растворимости при данной температуре, то раствор становится насыщенным относительно этого электролита. Наоборот, если произведение концентраций ионов в растворе меньше произведения растворимости, раствор будет ненасыщенным и вещество перейдет в раствор. Понятно, что, если произведение концентраций ионов в растворе по какой-либо причине окажется больше произведения растворимости, раствор станет пересыщенным и из него выделится осадок.

Следовательно, в случае  $\text{MgCO}_3$  имеем:

в ненасыщенном растворе  $C(\text{Mg}^{2+}) \cdot C(\text{CO}_3^{2-}) < \text{ПР}(\text{MgCO}_3)$ ,

в насыщенном растворе  $C(\text{Mg}^{2+}) \cdot C(\text{CO}_3^{2-}) = \text{ПР}(\text{MgCO}_3)$ ,

в пересыщенном растворе  $C(\text{Mg}^{2+}) \cdot C(\text{CO}_3^{2-}) > \text{ПР}(\text{MgCO}_3)$ .

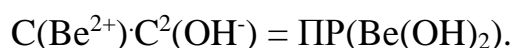
Поскольку произведение концентраций ионов в насыщенном растворе труднорастворимого вещества величина постоянная, то при увеличении концентрации одного из ионов концентрация другого иона должна уменьшаться за счет выпадения части вещества из раствора в осадок. Образование осадка будет продолжаться до тех пор, пока произведение концентраций ионов в растворе не станет равным произведению растворимости.

Рассмотрим вопрос о влиянии избытка реактива на количество осаждающихся ионов. С этой целью проанализируем ситуацию, когда к раствору  $\text{CaCl}_2$  добавляют эквивалентное количество  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Часть ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ , соответствующая произведению растворимости  $C(\text{Ca}^{2+}) \cdot C(\text{SO}_4^{2-}) = \text{ПР}(\text{CaSO}_4)$  останется в растворе. Прибавим к раствору еще небольшое количество  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Концентрация  $\text{SO}_4^{2-}$  над осадком  $\text{CaSO}_4$  увеличится, но так как произведение концентрации ионов должно оставаться постоянным, то часть ионов  $\text{Ca}^{2+}$ , соответствующая избытку  $\text{SO}_4^{2-}$ , из раствора вновь выпадет в осадок. Чем больше мы прибавим  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , тем больше станет концентрация  $\text{SO}_4^{2-}$  в растворе и тем меньше в нем останется неосажденных ионов  $\text{Ca}^{2+}$ .

**Таким образом, дополнительное введение в раствор труднорастворимого вещества ионов, образующихся при его диссоциации, понижает растворимость труднорастворимого вещества, и, следовательно, повышает полноту его осаждения.**

Теперь рассмотрим другой важный вопрос: как повысить растворимость труднорастворимых соединений?

Допустим, требуется перевести в раствор осадок  $\text{Be}(\text{OH})_2$ . Напомним, что раствор, находящийся в соприкосновении с осадком, является насыщенным. В таком растворе:



Прибавим к раствору соляную кислоту. При диссоциации  $\text{HCl}$  образуются ионы  $\text{H}^+$ . Эти ионы, взаимодействуя в растворе с ионами  $\text{OH}^-$  раство-

рившейся части  $\text{Be}(\text{OH})_2$ , будут связывать их в недиссоциированные молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ . Поэтому произведение  $C(\text{Be}^{2+}) \cdot C^2(\text{OH}^-)$  станет меньше  $\text{PP}(\text{Be}(\text{OH})_2)$ , т. е. раствор окажется ненасыщенным относительно  $\text{Be}(\text{OH})_2$ . Согласно принципу Ле Шателье - Брауна, для восстановления нарушенного равновесия часть осадка  $\text{Be}(\text{OH})_2$  перейдет в раствор. При этом произведение  $C(\text{Be}^{2+}) \cdot C^2(\text{OH}^-)$  вновь станет равным  $\text{PP}(\text{Be}(\text{OH})_2)$ . Если прибавление кислоты продолжать, то равновесие между осадком и ионами в растворе будет все время нарушаться, и все новые и новые порции осадка будут переходить в раствор. Это будет продолжаться до тех пор, пока весь осадок не растворится.

Таким образом, **чтобы растворить осадок, нужно уменьшить концентрацию хотя бы одного из ионов, образующихся при диссоциации труднорастворимого вещества.** Этого можно достичь, связывая один из ионов, на которые диссоциирует труднорастворимое вещество, либо в слабодиссоциирующее соединение, либо в еще менее растворимое или в газообразное вещество.

С величиной произведения растворимости связано решение многих практических задач, касающихся образования или растворения осадков. По величине произведения растворимости электролита можно вычислить его растворимость и, наоборот, зная растворимость вещества, можно подсчитать величину его произведения растворимости. Рассмотрим несколько примеров.

Задача 1. Выяснить, образуется ли осадок  $\text{AgCl}$ , если к 5 мл 0,1 М раствора  $\text{AgNO}_3$  прибавить 5 мл 0,1 М раствора  $\text{HCl}$ ?  $\text{PP}(\text{AgCl}) = 1,56 \cdot 10^{-10}$ .

Решение.

Чтобы ответить на поставленный вопрос, необходимо предварительно подсчитать  $C(\text{Ag}^+)$  и  $C(\text{Cl}^-)$ . Если произведение  $C(\text{Ag}^+) \cdot C(\text{Cl}^-)$  будет больше, чем  $\text{PP}(\text{AgCl})$ , осаждение произойдет.

При смешивании исходных растворов происходит удвоение объема, поэтому концентрация каждого иона уменьшается до половины первоначальной величины, т. е.  $C(\text{Ag}^+)$  и  $C(\text{Cl}^-)$  станут по  $0,1/2 = 0,05$  моль/л. Следо-

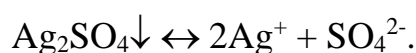
вательно,  $C(\text{Ag}^+) \cdot C(\text{Cl}^-) = 0,05 \cdot 0,05 = 2,5 \cdot 10^{-3}$ .  $2,5 \cdot 10^{-3} > 1,56 \cdot 10^{-10}$ .

Поскольку произведение концентраций ионов оказалось больше ПР, то раствор пересыщен в отношении растворенной соли, и часть ее выпадает в осадок.

Ответ: Осадок  $\text{AgCl}$  в указанных условиях образуется.

Задача 2. Растворимость сульфата серебра при комнатной температуре составляет  $2,68 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Определить ПР( $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ).

Решение.



$$\text{ПР}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = C^2(\text{Ag}^+) \cdot C(\text{SO}_4^{2-}).$$

1) Определим молярные концентрации ионов:

$$C(\text{Ag}^+) = 2C(\text{Ag}_2\text{SO}_4), C(\text{SO}_4^{2-}) = C(\text{Ag}_2\text{SO}_4).$$

2) Рассчитаем произведение растворимости соли:

$$\text{ПР}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = C^2(\text{Ag}^+) \cdot C(\text{SO}_4^{2-}) = 4 \cdot C^3(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 4 \cdot (2,68 \cdot 10^{-2})^3 = 7,70 \cdot 10^{-5}.$$

Ответ:  $\text{ПР}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 7,70 \cdot 10^{-5}$ .

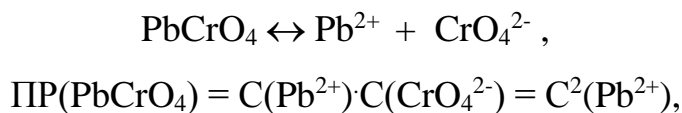
Ввиду того, что абсолютно не растворимых в воде веществ нет, ни один из ионов никогда не может быть осажден из раствора полностью; часть осаждаемых ионов остается в растворе. Поэтому при осаждении того или иного иона надо подбирать такой реактив, который давал бы с осаждаемым ионом осадок с наименьшим произведением растворимости.

Задача 3. Какой ион,  $\text{CrO}_4^{2-}$  или  $\text{SO}_4^{2-}$ , полнее осаждает ионы  $\text{Pb}^{2+}$  из раствора?  $\text{ПР}(\text{PbCrO}_4) = 1,8 \cdot 10^{-14}$ ,  $\text{ПР}(\text{PbSO}_4) = 1,6 \cdot 10^{-8}$ .

Решение.

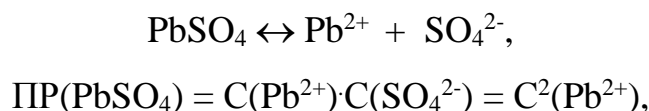
$\text{ПР}(\text{PbCrO}_4) < \text{ПР}(\text{PbSO}_4)$ , следовательно, ион  $\text{CrO}_4^{2-}$  более полно осаждает ион  $\text{Pb}^{2+}$ . Подтвердим это соответствующими расчетами.

1) Определим молярную концентрацию ионов свинца в насыщенном растворе  $\text{PbCrO}_4$ :



$$C(\text{Pb}^{2+}) = \sqrt{\text{ПР}(\text{PbCrO}_4)} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-14}} = 1,34 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л.}$$

2) Определим молярную концентрацию ионов свинца в насыщенном растворе  $\text{PbSO}_4$ :



$$C(\text{Pb}^{2+}) = \sqrt{\text{ПР}(\text{PbSO}_4)} = \sqrt{1,6 \cdot 10^{-8}} = 1,26 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л.}$$

3) Таким образом, концентрация ионов  $\text{Pb}^{2+}$  в насыщенном растворе  $\text{PbCrO}_4$  в  $1,26 \cdot 10^{-4} / 1,34 \cdot 10^{-7} = 940$  раз меньше, чем в насыщенном растворе  $\text{PbSO}_4$ .

Ответ: ион  $\text{CrO}_4^{2-}$  более полно осаждает ион  $\text{Pb}^{2+}$ .

## 5.8. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Определить растворимость  $\text{Ag}_2\text{S}$  в г/л, если  $\text{ПР}(\text{Ag}_2\text{S}) = 1,1 \cdot 10^{-49}$ .
2. Растворимость  $\text{BaCO}_3$  в воде составляет  $8,4 \cdot 10^{-5}$  моль/л. Вычислить  $\text{ПР}(\text{BaCO}_3)$ .
3. Концентрация  $\text{Fe}^{2+}$  в насыщенном растворе  $\text{FeS}$  равна  $6,0 \cdot 10^{-10}$  моль/л. Вычислить  $\text{ПР}(\text{FeS})$ .
4. Определить  $\text{ПР}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$ , если растворимость данной соли равна



$2,6 \cdot 10^{-2}$  г/л.

5.  $PP(MgC_2O_4) = 8,1 \cdot 10^{-5}$ . Определить концентрацию ионов  $Mg^{2+}$  (г/л) в насыщенном растворе соли.

6. Растворимость  $Ag_2SO_4$  равна  $2,7 \cdot 10^{-2}$  М. Найти  $PP(Ag_2SO_4)$ .

7. Определить концентрацию ионов  $Ba^{2+}$  (г/л) в насыщенном растворе  $Ba(BrO_3)_2$ .  $PP(Ba(BrO_3)_2) = 3,2 \cdot 10^{-5}$ .

8.  $PP(SrC_2O_4) = 6,25 \cdot 10^{-8}$ . Найти растворимость соли в г/л.

9. Концентрация ионов  $F^-$  в насыщенном растворе  $CaF_2$  равна  $2 \cdot 10^{-4}$  моль/л. Найти  $PP(CaF_2)$ .

10.  $PP(CaCO_3) = 4,9 \cdot 10^{-9}$ . Найти растворимость  $CaCO_3$  в г/л.

11. К 20 мл 0,02 н. раствора  $BaCl_2$  прибавили 20 мл 0,001 М раствора  $Na_2C_2O_4$ . Выпадет ли осадок, если  $PP(BaC_2O_4) = 4,1 \cdot 10^{-6}$ ?

12. Выпадет ли осадок, если к 20 мл 0,01 н. раствора  $AgNO_3$  прибавить 20 мл 0,01 М раствора  $NaCl$ ?  $PP(AgCl) = 1,7 \cdot 10^{-10}$ .

13. Выпадет ли осадок при смешивании равных объёмов 0,01 н. растворов  $AgNO_3$  и  $K_2Cr_2O_7$ ?  $PP(Ag_2Cr_2O_7) = 2,0 \cdot 10^{-7}$ .

14.  $PP(Tl_2CrO_4) = 1,0 \cdot 10^{-12}$ . Образуется ли осадок, если к 0,001 н. раствору  $TlNO_3$  прилить равный объём 0,04 н. раствора  $K_2CrO_4$ ?

15. Выпадет ли осадок  $TlCl$ , если к 15 мл 0,01 М раствора  $TlNO_3$  прибавить 15 мл 0,01 н. раствора  $KCl$ ?  $PP(TlCl) = 1,9 \cdot 10^{-4}$ .

## Глава 6

# ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

### 6.1. ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ

Растворы (расплавы) веществ, проводящие электрический ток, называют **электролитами**. Важно, что законам Вант - Гоффа и Рауля подчиняются только растворы неэлектролитов (водные растворы таких органических соединений как сахар, спирты, глицерин, мочевины). Растворы электролитов в равных молярных концентрациях с растворами неэлектролитов показывают большее осмотическое давление, большее понижение давления пара и температуры замерзания, большее повышение температуры кипения.

Подобное поведение электролитов объяснил шведский физико-химик **Аррениус**. Он предложил теорию электролитической диссоциации, согласно которой молекулы растворенных веществ в водных растворах электролитов в большей или меньшей степени диссоциируют (распадаются) на самостоятельные заряженные частицы - ионы. Каждый электролит образует при диссоциации два рода ионов: положительно заряженные - **катионы** и отрицательно заряженные - **анионы**. Заряд иона соответствует его валентности. Во всех случаях диссоциации электролита сумма зарядов катионов равна сумме зарядов анионов. Поэтому раствор в целом электронейтрален. Электролитическая диссоциация - обратимый процесс. Следовательно, в растворе электролита, наряду с ионами, имеются и нераспавшиеся молекулы.

Из изложенного следует, что диссоциация электролита увеличивает общее число частиц в растворе в сравнении с неэлектролитом. Поэтому, если учитывать как самостоятельные частицы не только молекулы, но и ионы, то становится понятным, почему повышение осмотического давления, понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения раствора электролита оказываются значительно больше, чем у раствора неэлектролита

с такой же молярной концентрацией.

Согласно современным представлениям, электролитическая диссоциация происходит в результате взаимодействия ионов или полярных молекул вещества с полярными молекулами растворителя (рис. 6.1). При этом образуются сольваты (в водных растворах - гидраты) ионов (рис. 6.2). Соответствующий процесс сопровождается выделением энергии. Образование сольватов (гидратов) является основной причиной диссоциации электролитов на ионы.

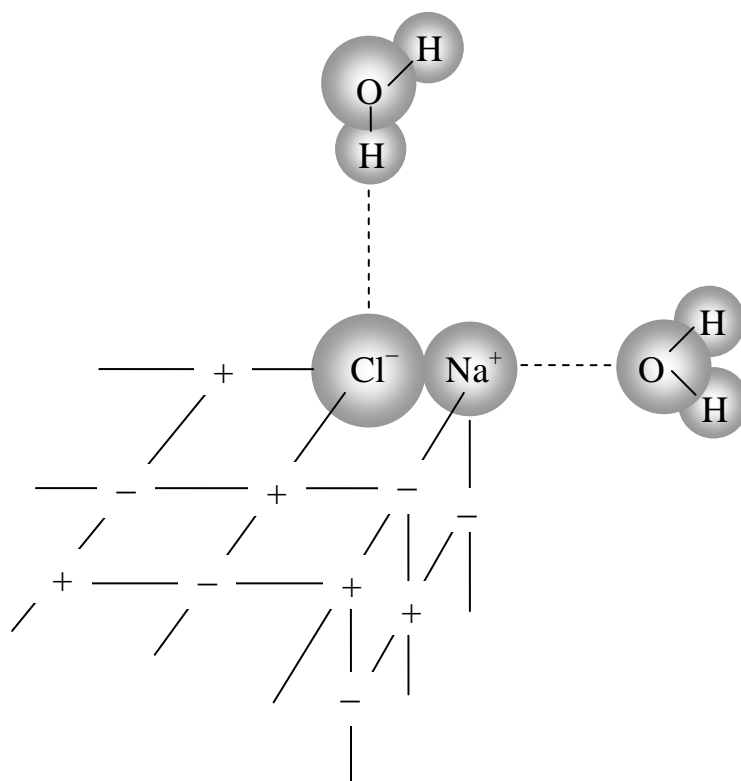


Рис. 6.1. Взаимодействие ионов NaCl с полярными молекулами H<sub>2</sub>O

Природа превращений растворенного вещества в растворе самым тесным образом зависит от химических свойств этого вещества и растворителя. Растворитель, принимая непосредственное участие в химических превращениях растворенного вещества, оказывает влияние на механизм и глубину превращения последнего. Так, для того, чтобы разорвать связь между

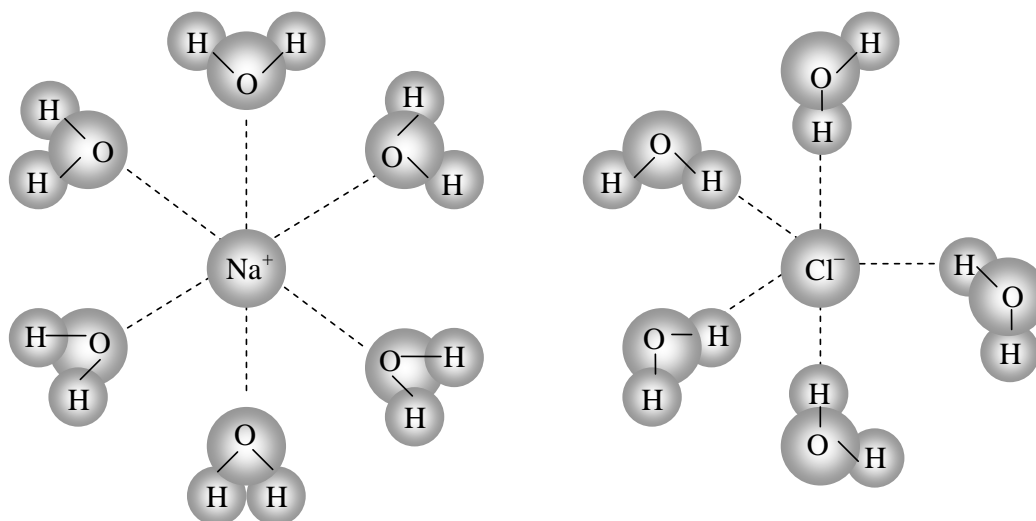


Рис. 6.2. Гидратированные ионы в растворе NaCl

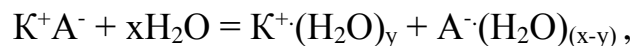
катионами и анионами в 1 моле, например, NaCl, надо затратить 800 кДж. Откуда же берутся эти 800 кДж при растворении NaCl в воде?

Теплота гидратации иона  $\text{Na}^+$  равна приблизительно 425 кДж/ моль, а иона  $\text{Cl}^-$  - приблизительно 350 кДж/моль. В сумме это составляет 775 кДж/моль - немногим меньше энергии кристаллической решетки NaCl (800 кДж/моль). Поэтому при растворении хлористого натрия в воде происходит охлаждение на 5 - 6 градусов по сравнению с ее исходной температурой.

Есть вещества, образование водных растворов которых наоборот, сопровождается выделением тепла. Например, растворение хлористого водорода в воде сопровождается довольно сильным разогреванием образующегося раствора. Действительно, энергия связи водорода и хлора в молекуле HCl равна 1360 кДж/моль. Теплота гидратации протона равна 1100 кДж/моль, что в сумме с теплотой гидратации иона  $\text{Cl}^-$  дает общую теплоту гидратации HCl 1450 кДж/моль, а это заметно больше энергии связи H - Cl. Вот почему при образовании раствора соляной кислоты и происходит заметное разогревание.

Для процесса растворения в воде соединений с ионной связью, в узлах кристаллической решетки которых находятся ионы, в общем виде можно за-

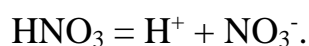
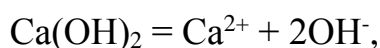
писать:



где  $K^+(H_2O)_y$  и  $A^-(H_2O)_{(x-y)}$  - гидратированные катионы и анионы.

Распаду на ионы подвергаются также и вещества, состоящие из молекул с полярной ковалентной связью. В этом случае под действием полярных молекул воды происходит гетеролитический разрыв ковалентной связи: электронная пара, осуществляющая связь, целиком остается у одного из атомов. Таким образом полярная связь превращается в ионную, и молекула диссоциирует на гидратированные ионы.

На практике уравнения электролитической диссоциации обычно записывают без гидратирующих молекул воды, например:



## 6.2. СТЕПЕНЬ И КОНСТАНТА ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ

Согласно теории электролитической диссоциации, в растворах распадается на ионы только часть молекул электролита. Отношение числа молекул, распавшихся на ионы, к общему числу растворенных молекул называется **степенью электролитической диссоциации  $\alpha$** . Например, если в 1 л раствора содержится 0,05 моль азотистой кислоты и из них 0,001 моль диссоциирует на ионы, то степень диссоциации при этом составит:  $\alpha = 0,001/0,05 = 0,02$  или 2 %.

Степень электролитической диссоциации электролита может быть

определена различными методами: по электропроводности раствора, по понижению температуры замерзания раствора и т. д. При одинаковых условиях (одни и те же растворитель, концентрация раствора, температура, присутствие или отсутствие электролита с одноименным ионом) разные электролиты имеют различную степень диссоциации, зависящую от природы самого электролита.

По способности к диссоциации все электролиты делят на слабые и сильные. **Слабые электролиты** в растворах содержатся как в виде ионов, так и в виде недиссоциированных молекул. **Сильные электролиты** в растворе диссоциируют практически полностью. Принимают, что для слабых электролитов  $\alpha < 2\%$ , для сильных электролитов  $\alpha > 30\%$ .

С разбавлением раствора степень электролитической диссоциации слабого электролита увеличивается и, наоборот, при повышении концентрации - уменьшается. Степень диссоциации электролита зависит от температуры: с повышением температуры она увеличивается для электролитов, диссоциация которых сопровождается поглощением теплоты, и уменьшается для электролитов, процесс диссоциации которых сопровождается выделением теплоты.

На степень диссоциации электролита существенное влияние оказывает прибавление к его раствору сильного электролита с одноименным ионом. Например, к водному раствору плавиковой кислоты, в незначительной степени диссоциирующей по уравнению  $\text{HF} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{F}^-$ , прильем соляную кислоту  $\text{HCl}$ . Концентрация ионов водорода, являющихся одним из продуктов диссоциации  $\text{HCl}$ , сильно увеличится. Вследствие этого равновесие обратимого процесса диссоциации плавиковой кислоты сместится в сторону образования недиссоциированных молекул  $\text{HF}$ , степень ее диссоциации при этом понизится. Подобным же образом будут действовать и растворимые в воде соли плавиковой кислоты. При добавлении последних в растворе значительно возрастает концентрация анионов  $\text{F}^-$ , что также уменьшает степень диссоци-

ации HF.

Таким образом, **степень электролитической диссоциации слабого электролита значительно понижается при добавлении к его раствору сильного электролита с одноименным ионом.**

Диссоциация молекул слабых электролитов на ионы в растворах протекает как обратимый процесс. Например, диссоциация уксусной кислоты выражается уравнением:  $\text{CH}_3\text{COOH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ .

Как и во всяком обратимом процессе, в данном случае устанавливается равновесие между недиссоциированными молекулами кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и ионами  $\text{H}^+$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ . Выразим в общем виде константу данного химического равновесия, обозначив ее  $K_d$ :

$$K_d = \frac{C(\text{H}^+) \cdot C(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{C(\text{CH}_3\text{COOH})} . \quad (6.1)$$

$K_d$  в выражении (6.1) называется константой электролитической диссоциации.

Величина константы характеризует силу кислот и оснований. Чем она больше, тем сильнее электролит. Например, азотистая кислота ( $K_d = 4,5 \cdot 10^{-4}$ ) сильнее уксусной ( $K_d = 1,82 \cdot 10^{-5}$ ).

### 6.2.1. Закон разбавления Оствальда

Основываясь на законе действия масс, можно вывести уравнение, связывающее константу диссоциации слабого электролита со степенью его диссоциации.

Так, если молярная концентрация уксусной кислоты равна  $C$ , а степень диссоциации составляет величину  $\alpha$ , то концентрация каждого из ионов, об-

разующихся при диссоциации, будет равна  $\alpha C$ , а концентрация недиссоциированных молекул  $\text{CH}_3\text{COOH} - (1 - \alpha)C$ . Тогда выражение для константы диссоциации можно записать в следующем виде:

$$K_{\text{д}} = \frac{\alpha C \cdot \alpha C}{(1 - \alpha)C} = \frac{\alpha^2 C}{1 - \alpha}. \quad (6.2)$$

Уравнение (6.2) выражает **закон разбавления Оствальда**, справедливый для растворов слабых бинарных электролитов, из одной молекулы которых при диссоциации образуется два иона. Это уравнение связывает между собой константу диссоциации электролита, степень диссоциации и концентрацию электролита. В несильно разбавленных растворах слабых электролитов степень диссоциации очень мала, поэтому величину  $(1 - \alpha)$  можно принять равной единице. В этом случае предыдущая формула принимает более простой вид:

$$K_{\text{д}} = C\alpha^2, \text{ откуда } \alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{д}}}{C}}. \quad (6.3)$$

В соответствии с полученным выражением (6.3) закон разбавления Оствальда формулируется так: **степень электролитической диссоциации слабых бинарных электролитов обратно пропорциональна корню квадратному из их концентрации**. Закон разбавления позволяет вычислять степень диссоциации при различных концентрациях, если известна константа диссоциации электролита. Наоборот, определив степень диссоциации при какой-нибудь концентрации, несложно рассчитать константу диссоциации.

Константа диссоциации слабого электролита - величина постоянная и практически не зависит от концентрации раствора, а зависит только от температуры. Степень же диссоциации зависит от концентрации. С разбавлением раствора слабого электролита степень диссоциации увеличивается. Константа



электролитической диссоциации дает более общую характеристику электролита, чем степень диссоциации. Сильные электролиты не подчиняются этому закону. Для них  $K_d$  с увеличением концентрации непрерывно возрастает.

### 6.3. АКТИВНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ИОНОВ

Даже в умеренно концентрированном растворе сильного электролита ионы находятся на таких достаточно близких расстояниях, что электростатическое взаимодействие оказывает заметное влияние на характер их движения. Одноименно заряженные ионы взаимно отталкиваются, а разноименно заряженные - взаимно притягиваются. В результате в растворе вокруг ионов создается определенное распределение ионов – «атмосфера» из частиц с противоположным зарядом. Эта атмосфера замедляет движение ионов в растворе, что ведет к уменьшению электропроводности раствора и создает впечатление неполной диссоциации электролита. Чем больше концентрация раствора, тем сильнее электростатическое взаимодействие ионов, тем меньше скорость передвижения их в электрическом поле и тем меньше будет электропроводность раствора.

Аналогичным образом межйонные силы влияют и на другие свойства раствора электролита, зависящие от концентрации ионов. Повышение концентрации раствора приводит к изменению свойств раствора в том же направлении, как действовало бы частичное соединение ионов в молекулы, т. е. уменьшает степень диссоциации. Поэтому, измеряя электропроводность, определяют лишь кажущуюся степень диссоциации. Так, например, степень диссоциации в 0,1 н. растворе HCl, вычисленная по электропроводности, составляет 84 % от действительной, которая наблюдалась бы в этом растворе при отсутствии взаимодействия ионов друг с другом.

Для учета влияния электростатического взаимодействия ионов на химические и физические свойства растворов сильных электролитов, истинную

концентрацию ионов  $C$  заменяют активностью  $a$  – условной эффективной концентрацией. **Активность выражает концентрацию ионов в растворе данного электролита с учетом влияния взаимодействия ионов, гидратации и других эффектов.** Между активностью и действительной концентрацией ионов существует зависимость:

$$a = fC,$$

где  $f$  – коэффициент активности, учитывающий взаимодействие ионов в растворе электролита.

Коэффициент активности обычно меньше единицы. В очень разбавленных растворах сильных электролитов ( $C < 1 \cdot 10^{-4}$  моль/л) коэффициент активности принимают равным единице. В этом случае  $a = C$ .

Коэффициент активности данного иона в растворе, содержащем несколько различных видов ионов, зависит от концентраций и зарядов всех ионов. Мерой межионного взаимодействия между всеми ионами является **ионная сила раствора**. Ионной силой раствора называется величина  $\mu$ , численно равная полусумме произведений концентрации каждого иона на квадрат его заряда:

$$\mu = \frac{1}{2}(z_1^2 C_1 + z_2^2 C_2 + z_3^2 C_3 + \dots),$$

где  $z$  – заряд иона.

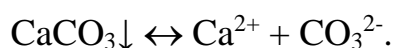
Например, для раствора, содержащего в 1 л 0,01 моль  $\text{CaCl}_2$  и 0,1 моль  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , ионная сила равна:  $\mu = \frac{1}{2}(0,01 \cdot 2^2 + 0,02 \cdot 1^2 + 0,2 \cdot 1^2 + 0,1 \cdot 2^2) = 0,33$ .

По величине ионной силы раствора можно рассчитать коэффициент активности иона:  $\lg f = -0,5z^2 \sqrt{\mu}$ . Коэффициент активности с увеличением ионной силы раствора уменьшается. В растворах с одинаковой ионной силой коэффициенты активности ионов равны между собой.

## 6.4. СОЛЕВОЙ ЭФФЕКТ

Выше отмечено, если в растворе электролита коэффициент активности  $f < 1$ , то на движение ионов оказывает влияние их электростатическое взаимодействие. В этом случае во все уравнения на основе закона действующих масс, включая выражение произведения растворимости, вместо концентрации надо подставлять меньшую по величине активность.

Произведем соответствующую замену на примере минерала кальцита, состав которого соответствует химической формуле малорастворимого карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ :



$$\text{ПР}(\text{CaCO}_3) = a(\text{Ca}^{2+}) \cdot a(\text{CO}_3^{2-}) = f(\text{Ca}^{2+}) \cdot C(\text{Ca}^{2+}) \cdot f(\text{CO}_3^{2-}) \cdot C(\text{CO}_3^{2-}).$$

Преобразуем полученное выражение произведения растворимости кальцита:

$$C(\text{Ca}^{2+}) \cdot C(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{\text{ПР}(\text{CaCO}_3)}{f(\text{Ca}^{2+}) \cdot f(\text{CO}_3^{2-})}. \quad (6.4)$$

Числитель дроби в правой части выражения (6.4) является постоянной величиной, зависящей только от температуры. Знаменатель же этого отношения уменьшается с ростом ионной силы раствора. В свою очередь, ионная сила раствора растет при добавлении любого сильного электролита. С уменьшением знаменателя будет расти правая часть анализируемого выражения, и, соответственно, вырастет произведение молярных концентраций ионов, образующихся при диссоциации кальцита в насыщенном растворе. Последнее означает рост растворимости труднорастворимого вещества при введении в его раствор каких-либо сильных электролитов. Явление носит название «**солевой эффект**».

Одним из наиболее важных природных равновесий с участием кальцита является образование твердого  $\text{CaCO}_3$  в морской воде. Равновесие между твердым  $\text{CaCO}_3$  и ионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ , находящимися в океанической воде, имеет важное значение для развития многих морских организмов и формирования отложений на морском дне. Произведение растворимости  $\text{CaCO}_3$  в морской воде при  $20\text{ }^\circ\text{C}$  имеет величину  $6,0 \cdot 10^{-7}$ , тогда как в пресной воде при этой температуре оно составляет  $2,8 \cdot 10^{-9}$ . Равновесие растворения  $\text{CaCO}_3$  в морской воде смещено в сторону большей растворимости из-за влияния других ионов (солевой эффект), присутствующих в воде. Более чем 100-кратное увеличение растворимости  $\text{CaCO}_3$  в морской воде обусловлено межйонным взаимодействием в водной среде с высокой концентрацией ионов.

На глубинах, не превышающих 1 км, океан пересыщен карбонатом кальция  $\text{CaCO}_3$ . Это означает, что ионное произведение  $\text{C}(\text{Ca}^{2+}) \cdot \text{C}(\text{CO}_3^{2-})$  больше произведения растворимости  $\text{CaCO}_3$ . Однако скорость удаления

$\text{CaCO}_3$  в результате осаждения или образования раковин моллюсков и скелетных тканей морских организмов очень невелика. На больших глубинах, где концентрация  $\text{Ca}^{2+}$  снижается, океаническая вода оказывается ненасыщенной в отношении  $\text{CaCO}_3$ . После гибели морских организмов их карбонатные скелеты, образовавшиеся вблизи поверхности, опускаются на большую глубину и растворяются там. На глубинах, превышающих 3 - 4 км, в отложениях морского дна содержится очень мало  $\text{CaCO}_3$ .

## 6.5. ЖЕСТКОСТЬ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ

В земной коре распространены минералы, содержащие кальций и магний. Поэтому соответствующие ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  практически всегда присутствуют в природной воде.

Отметим, что минералы отмеченных металлов, как правило, малорастворимы. Однако вода содержит диоксид углерода, поглощенный из атмо-

сферного воздуха. Это служит причиной образования хорошо растворимых кислых солей (преимущественно гидрокарбонатов) кальция и магния:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ .

**Природная вода, содержащая растворенные соли, называется жесткой водой, в противоположность мягкой воде, не содержащей этих солей или содержащей их мало.**

Количественной мерой содержания в воде солей является жесткость воды (Ж). Различают карбонатную, некарбонатную и общую жесткость.

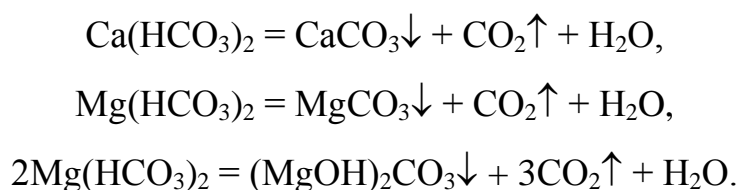
**Карбонатная жесткость  $J_k$**  обусловлена содержанием гидрокарбонатов кальция и магния.

**Некарбонатная жесткость  $J_n$**  связана с содержанием в воде хлоридов, сульфатов и других (кроме гидрокарбонатов) солей кальция и магния.

**Общая жесткость  $J_{\text{общ}}$**  определяется общим содержанием солей:

$$J_{\text{общ}} = J_k + J_n.$$

При длительном кипячении воды выделяется диоксид углерода и выпадает осадок, включающий ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , вследствие чего жесткость уменьшается:



Карбонатную жесткость полностью устранить кипячением нельзя, т. к. растворимость  $\text{CaCO}_3$  составляет 0,01 г/л, а  $(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$  - 0,04 г/л. Поэтому дополнительно употребляют термин «устраняемая или временная жесткость». Временная жесткость определяется количеством гидрокарбонатов, удаляемых из воды при кипячении в течение 1 ч. Оставшаяся после кипячения

воды жесткость называется постоянной жесткостью.

Жесткость воды выражают суммарным количеством эквивалентов ионов кальция и магния, содержащихся в 1 л воды (размерность миллимоль эквивалентов/литр [ммоль экв./л]). Например, один миллимоль эквивалентов жесткости отвечает содержанию в 1 л воды 20,04 мг ионов  $\text{Ca}^{2+}$ :

$$\begin{aligned}m(\text{Ca}^{2+}) &= M(\text{Э}(\text{Ca}^{2+})) \cdot n(\text{Ca}^{2+}) \cdot 10^{-3} = M(\text{Ca}^{2+}) \cdot f_{\text{э}}(\text{Ca}^{2+}) \cdot n(\text{Ca}^{2+}) \cdot 10^{-3} = \\ &= 40,08 \cdot 1/2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 20,04 \text{ мг}\end{aligned}$$

или 12,16 мг ионов  $\text{Mg}^{2+}$  :

$$\begin{aligned}m(\text{Mg}^{2+}) &= M(\text{Э}(\text{Mg}^{2+})) \cdot n(\text{Mg}^{2+}) \cdot 10^{-3} = M(\text{Mg}^{2+}) \cdot f_{\text{э}}(\text{Mg}^{2+}) \cdot n(\text{Mg}^{2+}) \cdot 10^{-3} = \\ &= 24,31 \cdot 1/2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 12,16 \text{ мг}.\end{aligned}$$

Вода с жесткостью менее 4 ммоль экв./л характеризуется как мягкая, от 4 ммоль экв./л до 8 ммоль экв./л - средней жесткости, от 8 ммоль экв./л до 12 ммоль экв./л - жесткая и выше 12 ммоль экв./л - очень жесткая.

## 6.6. УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ

Часто воду приходится подвергать дополнительной обработке, чтобы снизить в ней концентрацию ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , вызывающих жесткость воды. Обычно это необходимо для воды из подземных источников, где она достаточно долго соприкасается с известняком  $\text{CaCO}_3$ , доломитом  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  и другими минералами.

При нагревании воды, содержащей  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{HCO}_3^-$  - ионы, из нее выделяется часть диоксида углерода. В результате этого происходит образование нерастворимого карбоната кальция и в водонагревательных устройствах накапливаются его отложения (накипь). Твердый  $\text{CaCO}_3$  покрывает поверх-

ность водонагревательных систем, что снижает их теплопроводность. Особенно много накипи откладывается на стенках бойлеров, где вода нагревается под давлением в трубках, обвивающих печь. Образование накипи снижает эффективность теплопередачи и может привести к плавлению трубок.

Также ионы  $\text{Ca}^{2+}$  реагируют с мылами, образуя нерастворимые вещества. Хотя при их взаимодействии с синтетическими моющими средствами не образуется нерастворимых осадков, указанные ионы неблагоприятно влияют на эффективность действия синтетических моющих средств.

Для умягчения воды применяют методы осаждения и ионного обмена. Путем осаждения катионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  переводят в малорастворимые соединения, выпадающие в осадок. Это достигается либо кипячением воды, либо химическим путем - введением в воду соответствующих реагентов. При кипячении гидрокарбонаты кальция и магния превращаются в нерастворимые карбонаты, в результате чего устраняется только карбонатная жесткость.

При химическом методе осаждения чаще всего в качестве осадителя пользуются известью или содой. При этом в осадок переводятся все соли кальция и магния.

Для устранения жесткости используют специальные ионнообменные материалы - неорганические и органические вещества, способные к обмену ионов и называемые ионитами. Эти вещества делят на катиониты и аниониты, предназначенные для обмена катионов и анионов. Иониты не растворимы в воде. Их пространственная структура представляет собой трехмерный каркас, содержащий потенциалопределяющие ионы. С ними электростатическими силами связаны противоионы, способные к обмену на другие ионы.

Для обработки воду пропускают через слой катионита. При этом катионы кальция и магния, находящиеся в воде, обмениваются на катионы натрия, содержащиеся в применяемом катионите. В некоторых случаях требуется удалить из воды не только катионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , но и другие катионы и анионы. В таких случаях воду пропускают последовательно через катионит, содержащий в обменной форме водородные ионы, и анионит, содержащий гид-

роксид - ионы. В итоге вода освобождается как от катионов, так и от анионов солей. Такая обработка воды называется обессоливанием.

### 6.6.1. Задачи для самостоятельного решения

1. Чему равна жесткость 1 % - ного раствора сульфата магния? ( $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ ). Ответ: 166,2 ммоль экв./л.
2. При упаривании одного литра воды из подземного источника было получено 13,6 мг гипса ( $\text{CaSO}_4$ ). Чему равна жесткость этой воды? Ответ: 0,2 ммоль экв./л.
3. Чему равна жесткость раствора, содержащего в 10 л 200 мг сульфата кальция и 100 мг сульфата магния? Ответ: 0,46 ммоль экв./л.
4. Сколько граммов  $\text{MgCl}_2$  содержится в 5 л раствора, имеющего жесткость 7,14 ммоль экв./л. Какова эквивалентная концентрация (нормальность) этого раствора? Ответ: 1,7 г ; 0,00714 н.
5. Чему равна жесткость природной воды, содержащей  $\text{Ca}^{2+}$  - 41,65 мг/л;  $\text{Mg}^{2+}$  - 23,60 мг/л;  $\text{Na}^+$  - 2,2 мг/л? Ответ: 4,02 ммоль экв./л.
6. Чему равна жесткость 0,1 н. раствора хлористого кальция? Ответ: 100 ммоль экв./л.
7. Какова постоянная и карбонатная жесткость воды, если в ней содержится:  $\text{Ca}^{2+}$  - 0,112 г/л;  $\text{Mg}^{2+}$  - 0,0632 г/л;  $\text{SO}_4^{2-}$  - 0,236 г/л;  $\text{Cl}^-$  - 0,1653 г/л и ионы  $\text{HCO}_3^-$ ? Ответ: 9,57 ммоль экв./л; 1,23 ммоль экв./л.
8. Какова общая и карбонатная жесткость воды, если при анализе одного литра данной воды установлено следующее содержание ионов:  $\text{Ca}^{2+}$  - 0,1111 г;  $\text{Mg}^{2+}$  - 0,0605 г;  $\text{SO}_4^{2-}$  - 0,0985 г;  $\text{Cl}^-$  - 0,1418 г? Ответ: 10,52 ммоль экв./л; 4,48 ммоль экв./л.



## Глава 7

# РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Протекающие в растворах электролитов реакции ионного обмена подчиняются общему правилу, сформулированному ниже:

**реакции ионного обмена в растворах электролитов протекают в направлении образования наименее диссоциирующих соединений, труднорастворимых и газообразных веществ, т. е. в направлении образования:**

- слабых кислот,
- слабых оснований,
- воды,
- осадков,
- газообразных (летучих) веществ.

*Молекулы этих веществ в  
реакциях ионного обмена на  
ионы не расписывают*

Рассмотрим соответствующие реакции более подробно с учетом классификации электролитов (таблица 7.1).

### 7.1. РЕАКЦИЯ СОЛИ С СОЛЮ

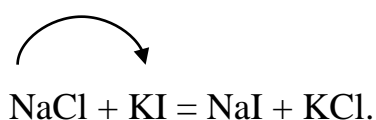
Реакция соли с солью протекает, когда исходные соли растворимы, а одна из вновь образующихся выпадает в осадок. Реакция возможна и в том случае, если одна из исходных солей является труднорастворимой, но при этом вновь образующаяся соль характеризуется еще меньшей растворимостью.

Методика составления уравнений реакций ионного обмена может быть следующей. Например, рассмотрим взаимодействие растворов двух солей – хлорида натрия и бромида калия. Учитывая, что на первом месте в формулах

## Классификация электролитов

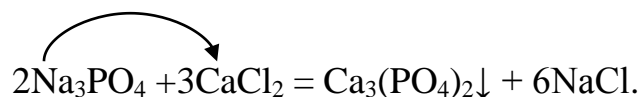
Электролиты			
сильные		слабые	
Кислоты	Основания	Кислоты	Основания
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> , HCl, HBr, HI, HClO <sub>3</sub> , HMnO <sub>4</sub>	LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, Ca(OH) <sub>2</sub> , Sr(OH) <sub>2</sub> , Ba(OH) <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , HNO <sub>2</sub> , HF, HCN, H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub> , CH <sub>3</sub> COOH	Все трудно- растворимые и NH <sub>4</sub> OH
Все соли		H <sub>2</sub> O	

химических соединений записываются положительно заряженные частицы, после соответствующего ионного обмена могут быть получены формулы продуктов предполагаемого взаимодействия:

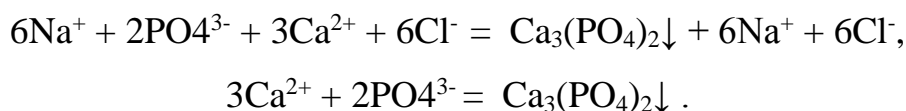


Для того чтобы определить, будет ли в действительности протекать это взаимодействие, по таблице растворимости необходимо проверить, есть ли в правой части уравнения реакции труднорастворимые вещества. Другими словами, необходимо уточнить, выполняется ли основное правило, определяющее возможность протекания реакций ионного обмена. В случае данной реакции обе соли NaI и KCl растворимы. Следовательно, реакция между растворами солей NaCl и KI не протекает, т. к. не ведет к образованию новых веществ:  $\text{NaCl} + \text{KI} \neq$ .

Возьмем для проведения реакции растворы двух других растворимых солей и запишем химические формулы продуктов предполагаемого взаимодействия:

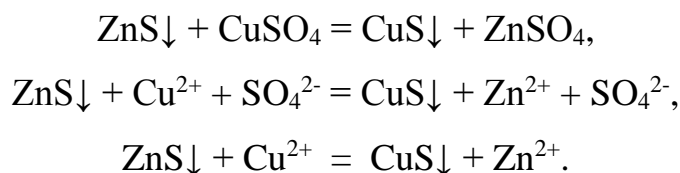


Образующийся фосфат кальция является труднорастворимым соединением, следовательно, данная реакция протекает. После расстановки коэффициентов в молекулярном уравнении реакции, запишем это взаимодействие в виде полного и краткого ионных уравнений:



Краткое ионное уравнение выражает суть реакции образования фосфата кальция. Следует обратить внимание, что химическая формула последнего записана в молекулярном виде. Если вещество труднорастворимо, оно находится в твердой фазе и не переходит в раствор. Соответственно полагают, что ионы труднорастворимого вещества в растворе отсутствуют.

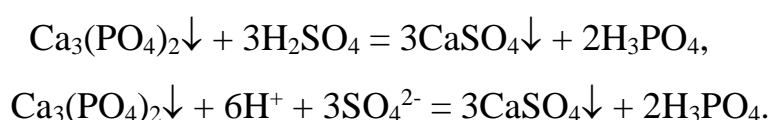
Рассмотрим процесс взаимодействия раствора медного купороса с труднорастворимым ZnS (минерал сфалерит). Соответствующая реакция будет протекать, так как продуктом взаимодействия является еще менее растворимый в воде CuS (минерал ковеллин):



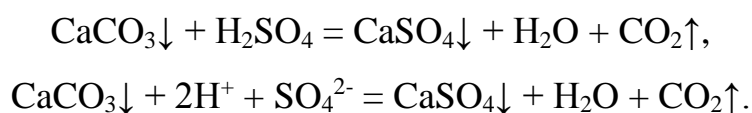
## 7.2. РЕАКЦИЯ СОЛИ С КИСЛОТОЙ

Реакция соли с кислотой возможна, если сильная кислота вытесняет более слабую, если образуется новая нерастворимая соль.

Так, серная кислота в водном растворе является более сильным электролитом, чем большинство других кислот и поэтому вытесняет их из солей:

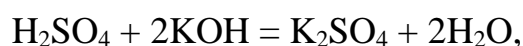


Рассмотрим реакцию раствора серной кислоты с кальцитом  $\text{CaCO}_3$ . Серная кислота сильнее угольной, поэтому в результате данного взаимодействия из исходной соли вытесняется слабая угольная кислота. Также в данной реакции выполняется и второе условие сформулированного выше правила – образуется сульфат кальция  $\text{CaSO}_4$ , малорастворимое соединение. Угольная кислота  $\text{H}_2\text{CO}_3$  является не вполне стойкой и распадается на воду и углекислый газ:



## 7.3. РЕАКЦИИ С УЧАСТИЕМ ОСНОВНЫХ И КИСЛЫХ СОЛЕЙ

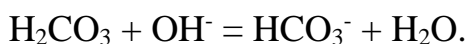
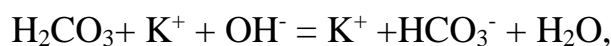
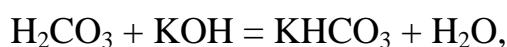
При взаимодействии кислоты и основания образуются соль и вода. Причем тип образующейся соли зависит от количественного соотношения исходных реагентов:



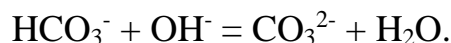
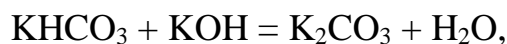


В данной реакции при полной взаимной нейтрализации кислоты и основания образуется средняя соль  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

При недостаточном количестве основания и, соответственно, неполной нейтрализации кислоты, образуется кислая соль, содержащая ион водорода в кислотном остатке:

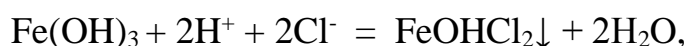
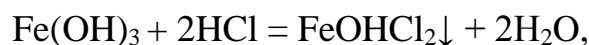


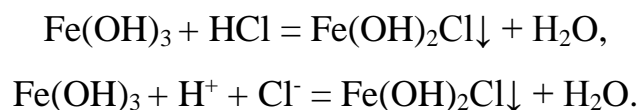
При добавлении к кислой соли какого-либо основания происходит ее нейтрализация и образуется средняя соль:



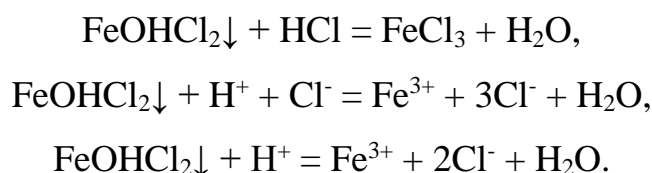
Кислые соли обычно не представлены в справочной таблице растворимости, поэтому при составлении ионных уравнений необходимо помнить, что эти соли, как правило, растворимы.

В таблице растворимости отсутствуют и нерастворимые основные соли. Они содержат в основном остатке одну или более гидроксильных групп и, соответственно, образуются при неполной нейтрализации основания кислотой:



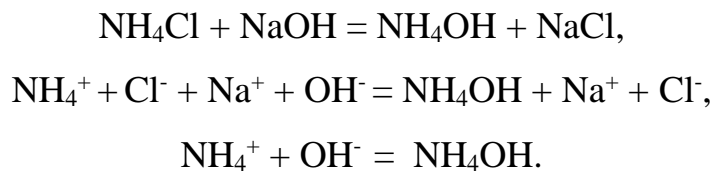
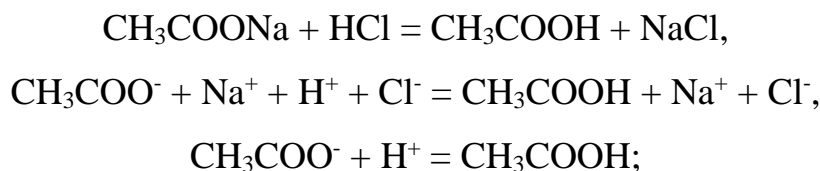


При добавлении кислоты к основной соли происходит образование средней соли:



#### **7.4. РЕАКЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ СЛАБЫХ КИСЛОТ И СЛАБЫХ ОСНОВАНИЙ**

Примерами реакций образования малодиссоциирующих соединений служат реакции образования слабых кислот и слабых оснований:



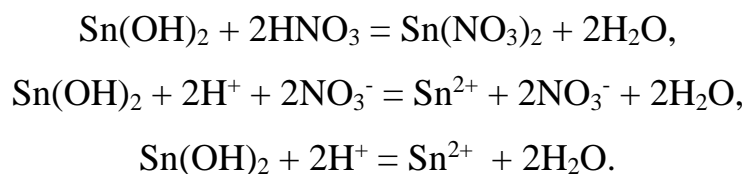
В отмеченных реакциях взаимодействие протекает в направлении образования слабого электролита - либо слабой кислоты, либо слабого основания.

## 7.5. РЕАКЦИИ С УЧАСТИЕМ АМФОТЕРНЫХ ГИДРОКСИДОВ

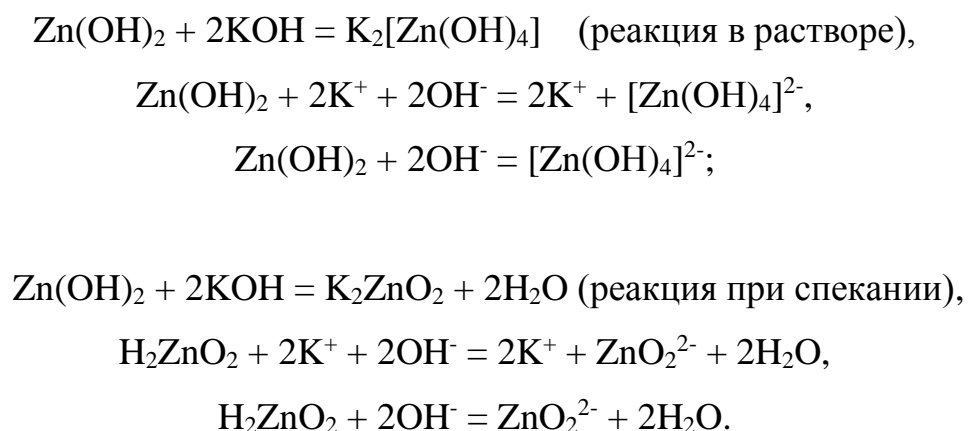
Ряд гидроксидов в реакциях ионного обмена проявляет как основные, так и кислотные свойства. Характер проявляемых свойств зависит от второго реагента, с которым такой гидроксид вступает в реакцию. Подобные гидроксиды называют амфотерными. К амфотерным гидроксидам относят:  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Sb}(\text{OH})_3$  и некоторые другие.

Рассмотрим примеры реакций с участием амфотерных гидроксидов.

В реакции с кислотой амфотерный гидроксид проявляет свойства слабого основания:

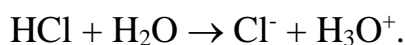


При взаимодействии с основанием амфотерный гидроксид проявляет свойства слабой кислоты. Для удобства составления уравнения соответствующей реакции нейтрализации можно представить формулу амфотерного гидроксида в виде кислоты. Например:  $\text{Zn}(\text{OH})_2 = \text{H}_2\text{ZnO}_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3 = \text{H}_3\text{AlO}_3$ . Следует помнить, что соли, образованные этими кислотами и сильными основаниями, как правило, растворимы:



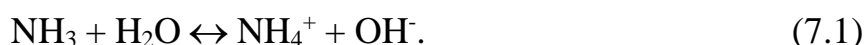
## 7.6. ТЕОРИЯ КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ БРЕНСТЕДА - ЛАУРИ

В 1923 г. Бренстед и Лаури независимо друг от друга предложили рассматривать кислоты как вещества, способные отдавать протон, а основания как вещества, способные его присоединять. Следовательно, поведение кислот и оснований можно описывать с учетом способности этих веществ к переносу протонов. Например, при растворении в воде HCl действует как кислота, отдавая протон растворителю. В то же время растворитель (H<sub>2</sub>O) действует как основание, присоединяя протон:



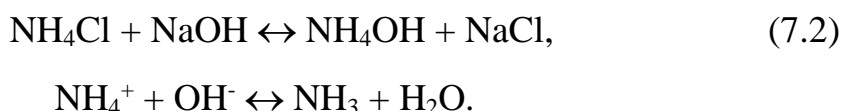
Термин «основание» применяют к веществам, образующим в водном растворе избыток ионов OH<sup>-</sup>. Отметим, что ион OH<sup>-</sup> представляет собой акцептор протонов; он легко реагирует с гидратированным протоном, образуя воду: H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> + OH<sup>-</sup> ↔ 2H<sub>2</sub>O.

Аналогично водные растворы аммиака обладают основными свойствами, потому что NH<sub>3</sub> реагирует с H<sub>2</sub>O, образуя NH<sub>4</sub><sup>+</sup> и OH<sup>-</sup>:



В этой реакции H<sub>2</sub>O отдает протон молекуле аммиака; следовательно, H<sub>2</sub>O играет роль кислоты, а NH<sub>3</sub> - основания.

Реакции, приведенные выше в качестве примера реакций с переносом протона, являются обратимыми. Так, при смешении NH<sub>4</sub>Cl и NaOH образуются H<sub>2</sub>O и NH<sub>3</sub>:





Ионное уравнение (7.2) представляет собой процесс, обратный реакции между  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$  (7.1). В реакции (7.2) ион  $\text{NH}_4^+$  играет роль донора протона, а ион  $\text{OH}^-$  - роль акцептора протона. Таким образом, если реакция протекает в одном направлении,  $\text{H}_2\text{O}$  играет роль кислоты, а  $\text{NH}_3$  - роль основания. В обратной же реакции  $\text{NH}_4^+$  играет роль кислоты, а  $\text{OH}^-$  - роль основания.

Рассмотренный пример показывает, что каждая кислота связана с сопряженным основанием, которое образуется из этой кислоты в результате отщепления от нее протона. Например, сопряженным основанием для  $\text{NH}_4^+$  является  $\text{NH}_3$ , а сопряженным основанием для  $\text{H}_2\text{O}$  является  $\text{OH}^-$ . Точно так же каждое основание имеет сопряженную кислоту, которая образуется из этого основания в результате присоединения к нему протона. Например,  $\text{H}_2\text{O}$  является сопряженной кислотой основания  $\text{OH}^-$ . **Кислота и основание, которые, подобно  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{OH}^-$ , отличаются только наличием или отсутствием протона, называются сопряженной кислотно - основной парой.**

Чем легче какая - либо кислота отдает протон, тем труднее сопряженное ей основание присоединяет к себе протон. Другими словами, чем сильнее кислота, тем слабее сопряженное ей основание, а чем слабее кислота, тем сильнее сопряженное ей основание. Например,  $\text{HCl}$  является хорошим донором протона, потому что сопряженное этой кислоте основание  $\text{Cl}^-$  притягивает протоны слабее, чем вода. Вследствие этого протон переносится к  $\text{H}_2\text{O}$  с образованием  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

На рис. 7.1 приведен ряд распространенных кислот и сопряженных им оснований. Ион  $\text{H}_3\text{O}^+$  является самым сильным донором протона, который может существовать в равновесии с водным раствором. Поэтому кислоты, расположенные на рис. 7.1 выше  $\text{H}_3\text{O}^+$ , полностью отдают протоны воде с образованием  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Точно так же,  $\text{OH}^-$  представляет собой самое сильное основание, которое может находиться в равновесии с водным раствором. Всякий более сильный акцептор протона должен полностью реагировать с водой, отнимая у нее протоны и переводя ее молекулы в ионы  $\text{OH}^-$ .

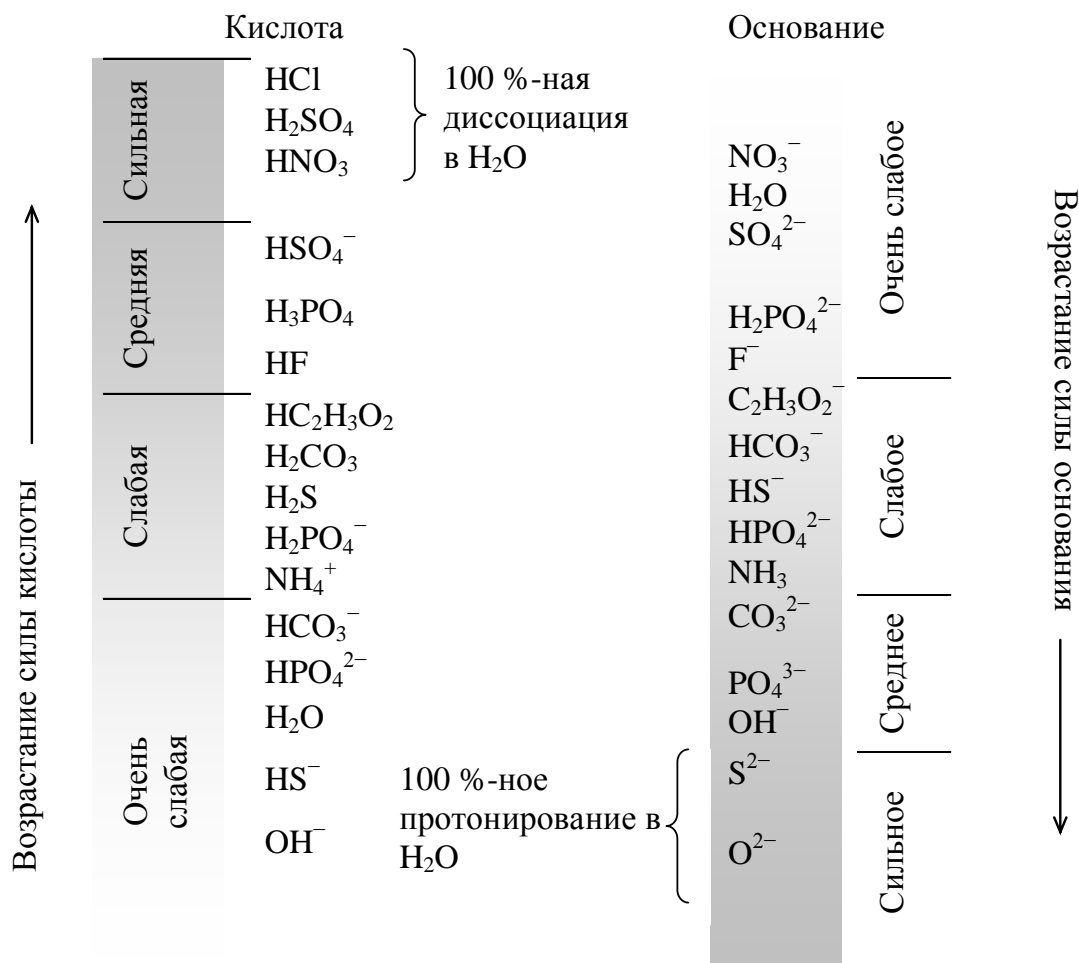


Рис. 7.1. Относительная сила сопряженных пар кислота – основание.

Сильным кислотам соответствуют слабые сопряженные основания, а слабым кислотам – сильные сопряженные основания

## 7.7. ИОННОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ ВОДЫ. ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ pH

Вода - наиболее распространенный растворитель различных веществ. Поэтому физико-химические свойства воды имеют большое значение во многих областях экспериментальной и прикладной химии. Так, например, от содержания ионов H<sup>+</sup> в воде сильно зависят растворимость различных ми-

нералов, разложение химических загрязнителей в сточных водах, скорость коррозии металлических материалов, а также пригодность воды для использования в технологических процессах. Обычно вода, не содержащая растворенных веществ, рассматривается как очень слабый электролит. Тем не менее, ее молекулы, хотя и в очень малой степени, диссоциируют, проявляя способность к самоионизации:  $2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ .

В этом процессе одна молекула воды действует как донор протона, т. е. как соединение, отдающее протон, а другая – как акцептор, т. е. как соединение, присоединяющее протон. Обычно вместо ионов гидроксония  $\text{H}_3\text{O}^+$  говорят об ионах водорода, и состояние динамического равновесия электролитической диссоциации воды упрощенно выражают уравнением:



Применив закон действия масс к диссоциации воды, можно записать общий вид соответствующей константы диссоциации:

$$K = \frac{C(\text{H}^+) \cdot C(\text{OH}^-)}{C(\text{H}_2\text{O})}.$$

Концентрация ионов  $\text{H}^+$  ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) и  $\text{OH}^-$  в воде крайне ничтожна. Установлено, что при комнатной температуре на ионы распадается только  $1 \cdot 10^{-7}$  моль  $\text{H}_2\text{O}$ . Так как из одной молекулы воды получается один ион  $\text{H}^+$  и один ион  $\text{OH}^-$ , то концентрация водородных, а следовательно, и гидроксильных ионов в чистой воде равна  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/л. Число молей в 1 л воды  $1000 : 18 = 55,5$ , где 1000 г – масса 1 л  $\text{H}_2\text{O}$ ; 18 г/моль – молярная масса  $\text{H}_2\text{O}$ . Тогда концентрация недиссоциированных молекул воды составит  $(55,5 - 1 \cdot 10^{-7})$  моль/л.  $1 \cdot 10^{-7}$  весьма малая величина по сравнению с 55,5. Поэтому концентрация недиссоциированных молекул воды может быть принята равной

55,5 моль/л. Тогда:

$$C(\text{H}^+) \cdot C(\text{OH}^-) = K \cdot C(\text{H}_2\text{O}) = K_{\text{H}_2\text{O}} .$$

Константа  $K_{\text{H}_2\text{O}}$  называется ионным произведением воды. Для фиксированной температуры она строго постоянна и при 22 °С  $K_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 10^{-7} = 1 \cdot 10^{-14}$ .

Поскольку величина  $K_{\text{H}_2\text{O}}$  постоянна, то  $C(\text{H}^+)$  и  $C(\text{OH}^-)$  в водных растворах обратно пропорциональны друг другу. Любое повышение концентрации одного из этих ионов вызывает соответствующее уменьшение концентрации другого, и наоборот.

Хотя концентрации ионов водорода или гидроксильных групп могут быть очень малыми, в водных растворах они не бывают равными нулю, так как произведение их всегда постоянно и не равно нулю. Следовательно, в водных растворах кислот присутствуют не только ионы  $\text{H}^+$ , но и ионы  $\text{OH}^-$ , а в щелочной среде вместе с ионами  $\text{OH}^-$  содержатся и ионы  $\text{H}^+$ .

Ионное произведение воды позволяет по заданной концентрации  $\text{H}^+$  найти концентрацию  $\text{OH}^-$ , и наоборот.

Пример. Определить концентрацию водородных ионов в 0,01 М растворе КОН.

Решение. КОН – сильный электролит. При полной диссоциации из каждой молекулы КОН образуется один ион  $\text{OH}^-$ . В 1 л раствора из 0,01 моль КОН образуется 0,01 моль ионов  $\text{OH}^-$ . Следовательно:

$$C(\text{H}^+) = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{C(\text{OH}^-)} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1 \cdot 10^{-2}} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ моль/л} .$$

На практике принято реакцию водных растворов характеризовать концентрацией ионов водорода. Раствор имеет нейтральную реакцию, если в нем  $C(\text{H}^+) = C(\text{OH}^-) = 1 \cdot 10^{-7}$  моль/л. Если  $C(\text{H}^+) > 1 \cdot 10^{-7}$  моль/л, раствор имеет

кислую реакцию. Кислотность раствора тем выше, чем больше концентрация ионов водорода. Раствор, в котором  $C(H^+) < 1 \cdot 10^{-7}$  моль/л, имеет щелочную реакцию.

Концентрацию ионов  $H^+$  в водных растворах удобно выражать при помощи **водородного показателя рН**, который определяется как отрицательный десятичный логарифм молярной концентрации ионов водорода:  $pH = - \lg C(H^+)$ .

Соответственно отрицательный десятичный логарифм концентрации гидроксильных ионов называется гидроксильным показателем и обозначается рОН:  $pOH = - \lg C(OH^-)$ .

Из уравнения  $C(H^+) \cdot C(OH^-) = 1 \cdot 10^{-14}$  следует, что  $pH + pOH = 14$ .

**В нейтральном растворе рН = 7; в кислом рН < 7; в щелочном рН > 7.** Причем выделяют сильно- и слабокислую среду, а также сильно- и слабощелочную:

$$pH = \overbrace{1, 2, 3}^{\text{сильнокислая}}, \underbrace{4, 5, 6}_{\text{слабокислая}}, \overbrace{7}^{\text{нейтральная}}, \underbrace{8, 9, 10}_{\text{слабощелочная}}, \overbrace{11, 12, 13, 14}^{\text{сильнощелочная}}.$$

Для количественного определения рН существуют различные способы. Например, с этой целью используются специальные приборы, называемые рН – метрами. Однако простейшим способом оценки рН является использование кислотно - основных индикаторов. Индикатор представляет собой вещество органического происхождения, способное менять окраску в зависимости от рН среды. Если известно значение рН, при котором индикатор переходит из одной окрашенной формы в другую, то по наблюдаемой окраске раствора можно судить о том, выше или ниже его рН, чем рН перехода окраски данного индикатора.

Например, лакмус, один из наиболее распространенных индикаторов, изменяет окраску при рН, близком к 7. Однако изменение окраски лакмуса

происходит не очень резко. Красный цвет лакмус имеет при рН, приблизительно равном 5 или ниже, а синий цвет лакмус имеет при рН, приблизительно равном 8,2 или выше.

Существуют другие индикаторы, изменяющие окраску при значениях рН между 1 и 14. Наиболее распространенные из них представлены в табл. 7.2. Из этой таблицы следует, что, например, метиловый оранжевый изменяет

Таблица 7.2

**Цвет распространенных кислотно-основных индикаторов в различной среде**

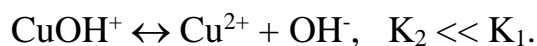
Индикатор	Цвет индикатора в зависимости от рН среды
Лакмус	рН<5,0 (красный) [фиолетовый] рН>8,0 (синий)
Фенолфталеин	рН<8,0 (бесцветный) [бледно-малиновый] рН>9,8 (малиновый)
Метиловый оранжевый	рН<3,1 (красный) [оранжевый] рН>4,4 (желтый)

окраску в интервале рН от 3,1 до 4,4. При рН ниже 3,1 он имеет красную окраску. В растворах с рН в интервале от 3,1 до 4,4 метиловый оранжевый постепенно переходит в свою основную форму, имеющую желтую окраску. Когда рН достигает 4,4, переход в основную форму полностью завершается и раствор приобретает желтую окраску. Для приблизительной оценки рН растворов часто пользуются полосками бумаги, пропитанными различными индикаторами, к которым прилагается цветная шкала сравнения.

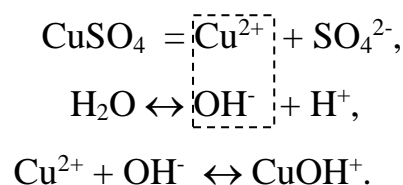
## 7.8. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

Природная вода, морская и пресная, как правило не является нейтральной средой и характеризуется значением рН, отличным от 7. Дело в том, что во многих случаях вода может выступать в отношении различных веществ и минералов не только как растворитель, но и как активный реагент, вызывающий химическое взаимодействие обменного характера. Такое взаимодействие имеет место, если ионы, образующиеся при диссоциации растворенного в воде вещества, являются остатками слабых электролитов.

Поясним механизм соответствующего явления, рассмотрев процесс ступенчатой диссоциации какого-либо слабого электролита, например,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ :



Первое из двух записанных равновесий характеризуется константой равновесия  $K_1$ . Величина этой константы намного меньше единицы, так как речь идет о слабом электролите. Следовательно, концентрация образующихся ионов  $\text{CuOH}^+$  и  $\text{OH}^-$  очень мала. Еще меньше ионов образуется за счет второй ступени диссоциации слабого электролита, так как  $K_2 \ll K_1$  (отщепление иона  $\text{OH}^-$  от положительно заряженного иона  $\text{CuOH}^+$  требует больших энергетических затрат, чем отщепление от нейтральной молекулы  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ). Поэтому, если в воде растворить сильный электролит, образующий при диссоциации ионы  $\text{Cu}^{2+}$ , в соответствии с принципом Ле Шателье произойдет смещение анализируемых равновесий в левую сторону. При этом связывание ионов  $\text{OH}^-$  вызовет и смещение равновесия диссоциации воды, что приведет к накоплению ионов  $\text{H}^+$  и изменению характера среды в растворе:



Процессы, рассмотренные выше, объединяют под названием «гидролиз». В общем случае гидролизом называют взаимодействие ионов растворенного вещества с ионами  $\text{H}^+$  или  $\text{OH}^-$  молекул воды, ведущее к образованию малодиссоциирующих соединений и изменению рН раствора.

Явление гидролиза, вызывающее изменение характера среды, распространено в природе (табл. 7.3).

**Необходимо помнить, что гидролизу подвергаются только те соли, которые содержат хотя бы один ион – остаток слабого электролита.** Только в этом случае при растворении в воде возможно образование малодиссоциированных ионов (молекул) кислоты или основания, или того и другого вместе. Рассмотрим различные случаи гидролиза.

### 7.8.1. Гидролиз соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой

После растворения и диссоциации соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой, например, медного купороса  $\text{CuSO}_4$ , в водном растворе устанавливается равновесие с участием ионов  $\text{Cu}^{2+}$  (остаток слабого электролита  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ) и молекул  $\text{H}_2\text{O}$ :



или в молекулярной форме:



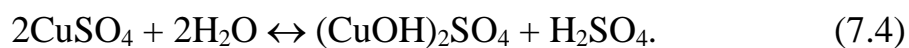


Таблица 7.3

### Гидролиз в природных водных системах

Водная система	Среднее значение pH
Рудничные воды колчеданных месторождений	1 - 2
Воды кратерных озер	1 - 3
Воды торфяных болот	4
Воды, насыщенные CO <sub>2</sub>	5
Грунтовые воды (питьевые)	6,5 – 8,0
Морская вода	8,2 – 8,5
Содовые озера	10,0
Насыщенный раствор известняка, мела (CaCO <sub>3</sub> )	10,0

В результате гидролиза ионы OH<sup>-</sup> частично связываются, а ионы H<sup>+</sup> накапливаются. Поэтому в растворе становится больше ионов водорода, чем гидроксильных групп. Среда приобретает кислый характер: pH < 7.

Отметим последовательность действий при анализе процесса гидролиза той или иной соли.

Сначала следует определить, содержит ли соль ион – остаток слабого электролита. Например, при растворении NaCl образуются ионы Na<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup>, соответствующие сильным электролитам – основанию NaOH и кислоте HCl. Подобные соли гидролизу не подвергаются: NaCl + H<sub>2</sub>O ≠.

В том случае, если соль содержит ион – остаток слабого электролита, гидролиз протекать будет. Причем суть процесса выражают составлением молекулярного и ионного уравнений гидролиза. Удобнее, сделав заготовку

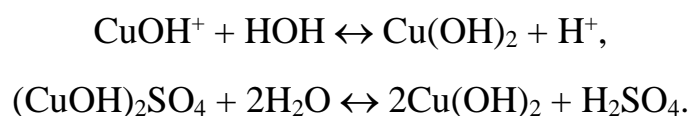
молекулярного уравнения, начать с ионной формы взаимодействия. При этом можно воспользоваться соответствующими правилами.

**Для составления ионного уравнения гидролиза по катиону необходимо** (смотри уравнение 7.3):

1. Выписать катион слабого основания.
2. Прибавить одну молекулу воды.
3. Поставить знак равновесия.
4. Записать формулу соединения, образованного катионом слабого основания и группой  $\text{OH}^-$  из воды.
5. Прибавить оставшийся от воды ион  $\text{H}^+$ .

Комментарии к данному правилу.

При составлении ионного уравнения гидролиза к одному катиону слабого основания прибавляем только одну молекулу воды. Это связано с тем, что при обычных условиях гидролиз протекает только по первой ступени: один ион – остаток слабого электролита взаимодействует с одной молекулой воды. При повышении температуры или сильном разведении раствора возможны следующие ступени гидролиза до образования нейтральных молекул слабого электролита:



В уравнениях гидролиза ставится знак равновесия, так как гидролиз солей обратим. Например, если в результате гидролиза накапливаются ионы  $\text{H}^+$ , добавление к раствору соли какой-либо сильной кислоты вызовет смещение равновесия в сторону исходных негидролизированных ионов соли.

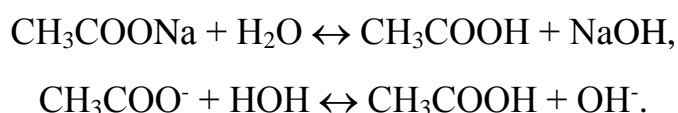
**Для составления молекулярного уравнения гидролиза необходимо** (смотри уравнение 7.4):

1. Выписать формулу соли.

2. Прибавить воду.
3. Поставить знак равновесия.
4. Записать формулы веществ, образованных катионами в правой части ионного уравнения и анионом исходной соли.
5. В случае необходимости – уравнять.

### **7.8.2. Гидролиз соли, образованной сильным основанием и слабой кислотой**

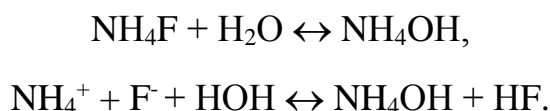
Примером соли, образованной сильным основанием и слабой кислотой, является ацетат натрия  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . При растворении в воде эта соль диссоциирует на ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ . Ацетат – ион является остатком слабой уксусной кислоты, следовательно, исходная соль будет подвергаться гидролизу. Для составления молекулярного и ионного уравнений гидролиза можно воспользоваться правилами, подобными тем, что были рассмотрены выше для гидролиза соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой:



Ионы  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , взаимодействуя с ионами  $\text{H}^+$  воды, образуют молекулы слабодиссоциированной уксусной кислоты. Ионы же  $\text{Na}^+$  не связываются ионами  $\text{OH}^-$ , так как  $\text{NaOH}$  – сильный электролит. Уменьшение в растворе числа ионов  $\text{H}^+$  нарушает равновесие между молекулами воды и ее ионами, вызывая диссоциацию дополнительного количества молекул воды. Вновь образующиеся ионы  $\text{H}^+$  в свою очередь связываются ионами  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  в молекулы  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , а свободные ионы  $\text{OH}^-$  накапливаются в растворе. Избыток ионов гидроксила создает щелочную среду:  $\text{pH} > 7$ .

### 7.8.3. Гидролиз соли, образованной слабым основанием и слабой кислотой

Примером соли, образованной слабым основанием и слабой кислотой, служит фторид аммония  $\text{NH}_4\text{F}$ , гидролизующийся следующим образом:

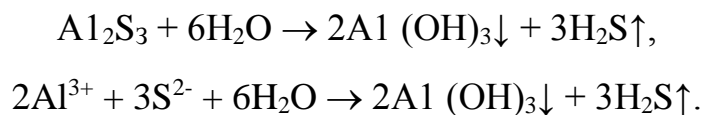


При гидролизе фторида аммония одновременно связываются ионы  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ , т. е. образуются два слабых электролита - слабая кислота и слабое основание. Характер среды в подобных случаях зависит от относительной силы образующихся кислоты и основания. При численном равенстве констант диссоциации основания и кислоты, среда будет нейтральной. Если константа диссоциации кислоты превышает константу диссоциации основания, то раствор соли будет слабокислым и, наоборот, раствор будет иметь слабощелочную реакцию, если константа диссоциации основания больше константы диссоциации кислоты.

### 7.8.4. Полный гидролиз

Возможен случай протекания гидролиза по всем возможным ступеням до полного разложения соли. Это происходит при гидролизе солей, образованных слабым основанием и слабой кислотой, когда получающиеся кислота и основание очень слабые, к тому же летучие или труднорастворимые. Такие соли отмечены прочерком в таблице растворимости. Они могут быть получены только сухим путем. При контакте с водой эти соли необратимо разлагаются, т. к. протекает полный гидролиз. В результате полного гидролиза образуются осадок слабого основания и молекулы слабой кислоты. Например,

взаимодействие  $Al_2S_3$  (в таблице растворимости данная соль отмечена прочерком) с водой протекает следующим образом:



### 7.8.5. Количественные аспекты гидролиза

Для количественной характеристики процесса гидролиза используют две величины – **степень гидролиза** и константу гидролиза.

Отношение концентрации гидролизованной части молекул к общей концентрации соли в растворе называют степенью гидролиза:

$$h = C(\text{гидр.}) / C(\text{общ.}),$$

где  $h$  – степень гидролиза;  $C(\text{гидр.})$  – концентрация гидролизированных молекул соли;  $C(\text{общ.})$  – общая концентрация соли в растворе.

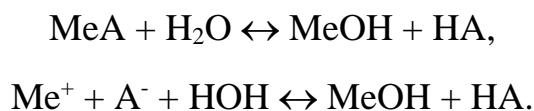
Степень гидролиза соли зависит от нескольких факторов:

1) от константы диссоциации кислоты или основания, образующихся в процессе гидролиза. Чем меньше константа диссоциации, тем больше степень гидролиза;

2) от температуры. При нагревании раствора гидролиз усиливается, так как увеличивается степень диссоциации воды;

3) для солей, образованных сильными кислотами и слабыми основаниями, а также сильными основаниями и слабыми кислотами, степень гидролиза также возрастает при разбавлении раствора.

Запишем в общем виде уравнение реакции гидролиза соли  $MeA$ , образованной слабым основанием  $MeOH$  и слабой кислотой  $HA$ :



Константа равновесия для гидролиза рассматриваемой соли имеет вид:

$$K = \frac{C(\text{MeOH}) \cdot C(\text{HA})}{C(\text{Me}^+) \cdot C(\text{A}^-) \cdot C(\text{H}_2\text{O})}. \quad (7.5)$$

Для разбавленного раствора можно принять, что молярная концентрация воды в результате реакции гидролиза практически не меняется и имеет почти то же значение, что и для чистой воды, а именно 55,5 моль/л. Объединяя в уравнении (7.5) две постоянные величины  $K$  и  $C(\text{H}_2\text{O})$  в одну – константу гидролиза  $K_{\text{гидр.}}$ , получим:

$$K_{\text{гидр.}} = K \cdot C(\text{H}_2\text{O}) = \frac{C(\text{MeOH}) \cdot C(\text{HA})}{C(\text{Me}^+) \cdot C(\text{A}^-)}. \quad (7.6)$$

**Константа гидролиза** зависит от температуры и природы растворенной соли, но в области больших разбавлений практически не зависит от концентрации. Константа гидролиза показывает, насколько велика концентрация молекул слабого основания и молекул слабой кислоты в сравнении с концентрацией соответствующих катионов и анионов после установления равновесия гидролиза.

Умножим в равенстве (7.6) числитель и знаменатель дроби на величину  $C(\text{H}^+) \cdot C(\text{OH}^-)$ :

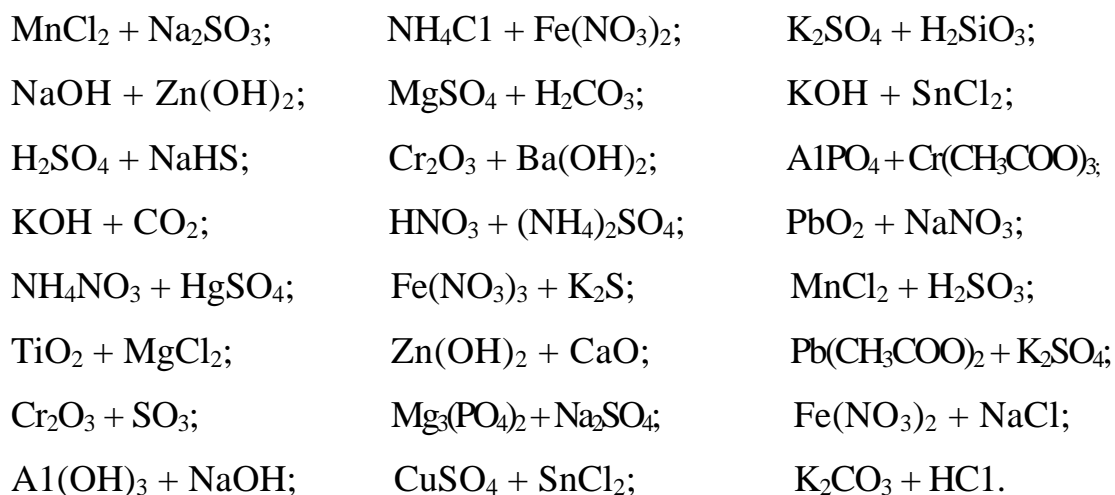
$$K_{\text{гидр.}} = \frac{C(\text{MeOH}) \cdot C(\text{HA}) \cdot C(\text{H}^+) \cdot C(\text{OH}^-)}{C(\text{Me}^+) \cdot C(\text{A}^-) \cdot C(\text{H}^+) \cdot C(\text{OH}^-)} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{MeOH}} \cdot K_{\text{HA}}}.$$

Следовательно, константа гидролиза соли, образованной катионом

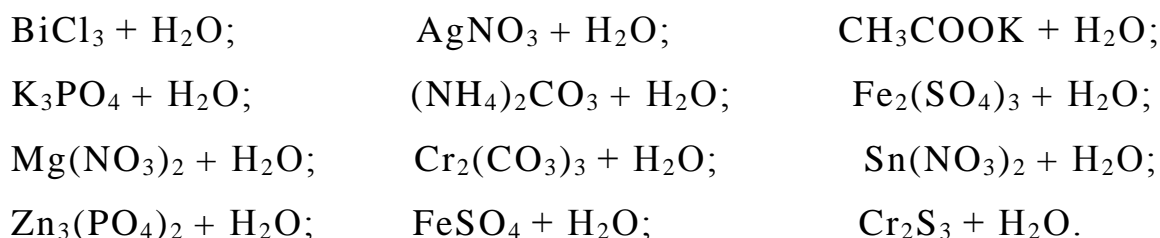
слабого основания и анионом слабой кислоты, равна ионному произведению воды, деленному на произведение констант диссоциации кислоты и основания. Чем слабее основание или кислота, катион и анион которых входят в состав соли, тем в большей степени соль будет подвергаться гидролизу, тем больше будет значение соответствующей константы гидролиза.

### 7.9. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Вычислить pH 0,005 н. раствора гидроксида калия.
2. Определить pH 0,01 н. раствора уксусной кислоты. Константа диссоциации  $\text{CH}_3\text{COOH}$  составляет  $1,75 \cdot 10^{-5}$ .
3. Чему равна концентрация ионов водорода в 0,1 н. растворе  $\text{NaOH}$ ?
4. Составить молекулярные и ионные уравнения возможных реакций:



5. Составить молекулярные и ионные уравнения возможных реакций гидролиза:



**Глава 8**  
**СТРОЕНИЕ АТОМА И ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН**  
**Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА**

**8.1. СТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБОЛОЧЕК АТОМОВ**

Для того чтобы понять закономерности распределения и содержания химических элементов в земной коре, необходимо знать электронную структуру атомов. Расположение электронов в атоме определяет его электронное строение и химические свойства.

Так, в геохимии явления распределения элементов в различных природных объектах связывают с конфигурацией электронных оболочек соответствующих атомов. По В.М. Гольдшмидту «геохимия изучает распределение и содержание химических элементов в минералах, рудах, породах, почвах, водах и атмосфере и циркуляцию элементов в природе на основе свойств атомов и ионов».

Современные представления об электронном строении атомов сформировались на основе классических положений **квантовой механики**. Квантовая (волновая) механика - раздел теоретической физики, изучающий законы движения микрочастиц, характеризующихся размерами  $10^{-8}$  -  $10^{-15}$  м.

Луи де Бройль предположил, что движение любой материальной частицы сопровождается распространением фазовых волн:

$$\lambda = \frac{h}{mV} , \quad (8.1)$$

где  $\lambda$  - длина волны, связанная с движущейся частицей вещества;  $h$  - постоянная Планка;  $m$  – масса движущейся частицы;  $V$  – скорость частицы.

У макроскопических тел волновые свойства не проявляются, так как



длины волн оказываются очень малыми. Однако формула (соотношение) де Бройля (8.1) позволила перенести представления о двойственной, корпускулярно - волновой природе на частицы вещества. Причем корпускулярно - волновой дуализм частиц микромира подтверждается опытами по отражению и прохождению электронов через кристаллы. В этих опытах проявляется дифракционная картина, наличие которой служит признаком волнового процесса. Соответствующий эффект наблюдается, когда длина волны, создаваемой электронами, имеет порядок величины, сопоставимый с межатомным расстоянием в кристалле.

Согласно статистической интерпретации волны де Бройля имеют особый физический смысл «волн вероятности». Интенсивность волны вероятности служит мерой вероятности обнаружения частицы в данном месте пространства. С позиций квантовой механики существование электрона в атоме связывается с вероятностью нахождения электрона в определенном объеме  $dV(x,y,z)$  атомного пространства. Пространство вокруг ядра, в котором наиболее вероятно нахождение электрона, принято называть **атомной орбиталью**.

Возможность нахождения частицы в фиксированной области трехмерного пространства  $(x, y, z)$  в данный момент времени  $(t)$  характеризуется волновой функцией  $\psi(x,y,z,t)$ . Вероятность  $W(x,y,z,t)$  обнаружить частицу в объеме  $dV = dx \cdot dy \cdot dz$  в момент времени  $t$  определяется квадратом волновой функции:

$$W(x,y,z,t) = |\psi(x,y,z,t)|^2 dV.$$

Основное уравнение квантовой механики, определяющее вид функции  $\psi$  для различных случаев движения и взаимодействия микрочастиц, называется уравнением Шредингера. **Уравнение Шредингера** является постулатом и представляет собой дифференциальное уравнение высокого порядка. Для

одного электрона в отсутствие внешнего магнитного поля оно имеет вид:

$$\frac{i\hbar}{2\pi} \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{8\pi^2 m} \Delta \psi + U(x, y, z, t) \psi,$$

где  $\Delta$  - оператор Лапласа;  $U(x, y, z, t)$  - потенциальная энергия электрона;  $m$  - масса электрона;  $i = \sqrt{-1}$ .

Решение уравнения Шредингера получается в виде набора целых чисел. Эти числа определяют наиболее вероятное положение электрона (его «адрес») в атоме. Электрон существует в трехмерном пространстве, поэтому такой набор включает три числа, которые называют квантовыми числами. **Квантовые числа** можно сравнить с почтовым индексом, содержащим в сжатом числовом коде информацию о местоположении интересующего объекта. Причем среди этих чисел есть главные (основные), без которых положение объекта не определяется в принципе, и вспомогательные, позволяющие детализировать его пространственную локализацию.

### 8.1.1. Квантовые числа

Первое число в решении уравнения Шредингера называют главным квантовым числом (обозначают буквой  $n$ ). **Главное квантовое число** определяет энергию электрона в атоме, связанную с расстоянием, на которое электрон удален от ядра. Чем больше значение  $n$ , тем слабее связан электрон с ядром, тем на большем удалении от ядра атома он находится. Причем энергия электрона принимает не любые, а лишь определенные дискретные (квантующиеся) значения.

Главное квантовое число может принимать целочисленные значения. Реально для электронов в невозбужденных атомах химических элементов оно

изменяется от 1 до 7. Совокупность электронов в атоме, характеризующихся одним и тем же значением главного квантового числа, называют **энергетическим уровнем или электронным слоем** (с соответствующим значением  $n$  номером). Энергетические уровни, для которых  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ , также называют, соответственно, K, L, M, N, O, P, Q - уровнями. Если, например,  $n = 4$ , то говорят, что электрон находится на четвертом (считая от ядра) уровне или на N - уровне.

Второе число в решении уравнения Шредингера - **орбитальное, или побочное, квантовое число  $l$**  характеризует различие в энергетическом состоянии электронов в пределах данного уровня. Значение орбитального квантового числа определяет число подуровней, составляющих данный энергетический уровень. Для электронов, находящихся на энергетическом уровне с главным квантовым числом  $n$ , орбитальное квантовое число  $l$  может принимать значения 0, 1, 2, 3, ... до  $(n - 1)$ . Поэтому возможное число подуровней в каждом энергетическом уровне равно значению главного квантового числа.

Численные значения  $l$  принято заменять буквенными обозначениями. Подуровни, которым отвечают значения побочного квантового числа  $l = 0, 1, 2$  и  $3$ , называются, соответственно, s, p, d и f - подуровнями.

В состав энергетических уровней входят следующие подуровни:

1-й уровень – s - подуровень ( $l = 0$ );

2-й уровень – s - подуровень ( $l = 0$ ) и p - подуровень ( $l = 1$ );

3-й уровень – s - подуровень ( $l = 0$ ), p - подуровень ( $l = 1$ ) и d - подуровень ( $l = 2$ );

4-й уровень – s - подуровень ( $l = 0$ ), p - подуровень ( $l = 1$ ), d - подуровень ( $l = 2$ ) и f - подуровень ( $l = 3$ ).

В атомах известных химических элементов более четырех подуровней электронами не заполняется.

С точки зрения волновых представлений орбитальное квантовое число

характеризует форму электронного облака, пространственную область его наиболее вероятного нахождения. Для атомной орбитали s - электронов характерна форма шара, для p - электронов – форма гантели, для d - электронов – форма четырехлопастного винта, для f - электронов эта форма еще сложнее.

Третье число в решении уравнения Шредингера - **магнитное квантовое число  $m_l$**  характеризует магнитный момент электрона, обусловленный его движением в поле ядра. Магнитное квантовое число принимает целочисленные значения от  $-l$  до  $+l$ , включая нуль, т. е. всего  $(2l+1)$  значений. Например, для d - электрона, для которого  $l=2$ , магнитное квантовое число может иметь  $(2\cdot 2+1)$  значений, а именно  $m_l = -2, -1, 0, +1, +2$ . Этим значениям отвечают  $(2l+1)$  энергетических состояний - так называемых квантовых или энергетических ячеек, возможных для электронов данного подуровня. Эти ячейки принято обозначать квадратами, а находящиеся в них электроны - стрелками.

Электрон обладает способностью вращаться вокруг собственной оси. Поэтому дополнительно к трем рассмотренным квантовым числам добавляется еще одно, не связанное с решением уравнения Шредингера. Соответствующее квантовое число S называют спиновым квантовым числом или спином электрона. Спиновое квантовое число принимает два значения  $+\frac{1}{2}$  или  $-\frac{1}{2}$  в зависимости от направления вращения электрона вокруг своей оси.

### **8.1.2. Распределение электронов в атомах. Принципы запрета и наименьшей энергии**

Распределение электронов в атомах химических элементов определяется тремя основными положениями: принципом запрета Паули, принципом наименьшей энергии, а также правилом Гунда.

Согласно принципу запрета, установленному швейцарским физиком

**В. Паули**, в атоме не может быть двух электронов с одинаковым набором всех четырех квантовых чисел. Максимальное количество электронов, которое может находиться на  $n$ -ом энергетическом уровне, так, чтобы не нарушалось это условие, соответствует формуле  $x = 2n^2$ . Следовательно, на первом уровне может находиться не более двух электронов, на втором - 8, на третьем - 18, на четвертом - 32 и т. д. Наибольшее количество электронов, которое может разместиться на  $s$ -подуровне любого уровня равно 2, на  $p$ -подуровне их может разместиться не более 6, на  $d$ -подуровне - 10 и на  $f$ -подуровне - 14.

При описании электронных структур отдельных атомов для условной записи принята определенная символика. Вначале арабскими цифрами указывают номер уровня, а далее буквенным символом  $s$ ,  $p$ ,  $d$  или  $f$  - подуровень, к которому относятся электроны, и, наконец, верхним цифровым индексом справа от этого символа - количество электронов на рассматриваемом подуровне. Так, например, запись  $4p^6$  означает, что на  $p$ -подуровне четвертого энергетического уровня располагается 6 электронов; а запись  $4f^3$ , что на  $f$ -подуровне четвертого уровня находится 3 электрона.

Согласно другому принципу – принципу наименьшей энергии, распределение электронов должно отвечать наибольшей прочности их связи с ядром атома, т.е. электрон прежде всего занимает такие положения, при которых он будет обладать наименьшим собственным запасом энергии. Так как энергия электрона в основном определяется значениями квантовых чисел  $n$  и  $l$ , **Клечковский В. М.** предложил следующие два правила:

1. По мере увеличения заряда ядра атома последовательное заполнение электронами энергетических уровней и подуровней осуществляется в направлении возрастания суммы главного  $n$  и орбитального  $l$  квантовых чисел  $(n+l)$ .

2. Если сумма  $(n+l)$  оказывается одинаковой для нескольких подуровней, то последовательное заполнение электронами энергетических уровней и подуровней происходит в порядке уменьшения  $l$  и увеличения  $n$ . Например,

при  $n+l = 6$  сначала заполняется  $4d$  - подуровень ( $n = 4, l = 2$ ), а затем  $5p$  - подуровень ( $n = 5, l = 1$ ).

### 8.1.3. Квантовые ячейки. Правило Гунда

Количеством значений магнитного квантового числа для электронов одного подуровня определяется число квантовых (энергетических) ячеек этого подуровня. Квантовые ячейки для электронов обычно располагают ступенями, что соответствует повышению энергии электронов при переходе от  $s$  к  $p$  подуровню. Внутри каждой ячейки может размещаться не более двух электронов, которые при этом должны различаться значением спинового квантового числа (иметь антипараллельные спины). В противном случае для двух электронов одного атома все четыре квантовые числа будут иметь одинаковые значения, что противоречит принципу запрета Паули.

Понятием квантовая ячейка охватывается энергетическое состояние электрона, характеризуемое определенными значениями квантовых чисел  $n$ ,  $l$  и  $m_l$ . Для  $s$  - электронов при значении орбитального квантового числа  $l = 0$  возможно только одно значение магнитного числа:  $m_l = 0$ , и, таким образом, в  $s$  - подуровне может быть только одна энергетическая ячейка.

Для  $p$  - электронов ( $l = 1$ ) возможны три варианта магнитного квантового числа ( $-1, 0, +1$ ) и, соответственно, три квантовые ячейки в  $p$  - подуровне. Для  $d$  - электронов ( $l = 2$ ) возможны 5 значений  $m_l$  ( $-2, -1, 0, +1, +2$ ), соответственно, в  $d$  - подуровне имеется 5 ячеек. В случае  $f$  - подуровня ( $l = 3$ )  $m_l$  принимает значения  $-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$  (7 ячеек).

Значениями орбитального квантового числа  $l$  определяется форма электронного облака (атомной орбитали). В свою очередь, магнитное квантовое число определяет взаимную ориентацию в пространстве этих орбиталей. Для  $s$  - электронов при  $l = 0$  и  $m_l = 0$  это соответствует тому, что для электрон-

ного облака шаровидной формы не существует различных вариантов его ориентации в пространстве, все направления равнозначны (рис. 8.1). Для  $p$ -электронов, имеющих форму гантели,  $l = 1$  и  $m_l$  может принимать 3 значения, чему отвечают 3 варианта взаимной ориентации этих орбиталей: вдоль осей  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (рис. 8.2). У более сложных по своей конфигурации  $d$  и  $f$ -электронов существует 5 и 7 вариантов соответственно их взаимного расположения в пространстве. Знание такой взаимной ориентации атомных орбиталей  $p$ ,  $d$  и  $f$ -электронов позволяет объяснить направленный характер химической связи, расположение химических связей в пространстве под вполне определенными углами.

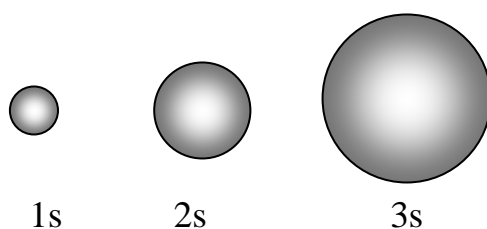


Рис. 8.1. Изображения контуров  $1s$ -,  $2s$ - и  $3s$  – орбиталей

Для определения конфигурации электронных оболочек атомов используют еще одно теоретическое положение - **правило Ф. Гунда**:

**электроны в пределах данного подуровня ( $s$ -,  $p$ -,  $d$ - или  $f$ -) располагаются сначала по одному в свободных квантовых ячейках, ориентируя при этом свои спины параллельно.**

Например, по правилу Гунда, пять электронов на  $d$ -подуровне размещаются по одному в каждой из пяти энергетических ячеек подуровня. При этом спины электронов должны быть направлены в одну сторону.

В зависимости от того, на какой подуровень приходится последний электрон при застройке электронной оболочки атома, различают  $s$ ,  $p$ ,  $d$  и

f - элементы.

Символы s - элементов отмечены в таблице Менделеева красным цветом. Для s - элементов характерны ярко выраженные металлические свойства; их атомы легко отдают внешние электроны. Атомы данных элементов способны окисляться ионами водорода воды и разбавленных кислот, причем для большинства из них (кроме бериллия и магния) даже с водой реакция протекает довольно бурно.

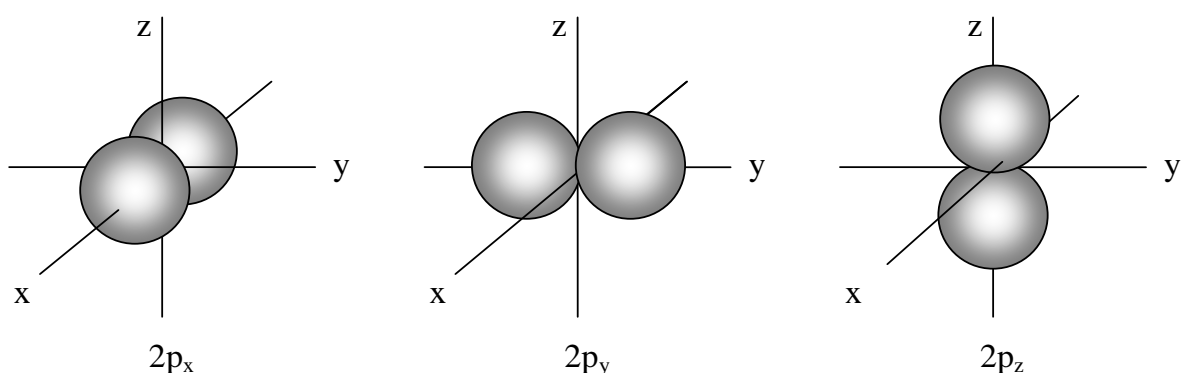


Рис. 8.2. Изображения контуров 2p – орбиталей. Три орбитали с различной ориентацией в пространстве соответствуют различным значениям магнитного квантового числа

Водород также способен терять электрон и образовывать соединения, в которых его степень окисления +1. Однако наряду с этим известны соединения (гидриды щелочных и щелочноземельных металлов), в которых водород заряжен отрицательно.

Символы p - элементов отмечены в таблице Менделеева желтым цветом. Часть p - элементов обнаруживает неметаллические свойства, проявляя способность как к окислению, так и к восстановлению, например, N, P, S. Для таких p - элементов как, например, Al, Ga, In, Tl, Sn, Pb более характерны



металлические свойства и положительные степени окисления в соединениях. Атомы инертных газов, относящихся к p - элементам, окисляются трудно, т.к. имеют устойчивую электронную конфигурацию с завершенным p - подуровнем внешнего энергетического уровня.

К числу d - элементов принадлежат представители переходных элементов. Переходные элементы, расположенные в периодической системе Д. И. Менделеева друг под другом, обнаруживают большое сходство в свойствах и составляют побочные подгруппы I - VIII групп. Все d - элементы - типичные металлы, образуемые ими простые вещества способны выступать в окислительно - восстановительных реакциях только в качестве восстановителей.

К числу f - элементов относят два семейства элементов - лантаноиды и актиноиды. Все f - элементы являются типичными металлами, практически для всех них характерна степень окисления +3 и близкие химические свойства в пределах семейства.

## **8.2. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ**

### **8.2.1. Размеры атомов**

Ряд свойств атомов зависит от их электронной конфигурации. Такими свойствами, определяющими важные характеристики химического поведения атомов различных элементов являются размер атома, энергия ионизации, энергия сродства к электрону.

Согласно квантовомеханической модели, атом не имеет четко определенных границ, позволяющих однозначно установить его размеры. С увеличением расстояния от ядра вероятность обнаружения электрона в соответствующей области атомного пространства уменьшается, приближаясь к нулевому значению на больших расстояниях. Тем не менее, существуют методики, позволяющие рассчитывать расстояния между атомами, находящимися

в химических соединениях. С помощью этих методик определены атомные радиусы, которые служат мерой относительных размеров атомов. Например, расстояние между центрами атомов Br в молекуле Br<sub>2</sub> равно 2,28 Å, что позволяет приписать атому Br радиус 1,14 Å.

При перемещении слева направо вдоль любого периода таблицы Менделеева отмечается увеличение эффективного заряда ядра атомов и числа электронов на их внешнем энергетическом уровне. Общее число энергетических уровней для атомов химических элементов в пределах одного периода при этом неизменно. В результате с увеличением порядкового номера элемента происходит рост энергии взаимодействия электронов с ядром и заметное сжатие внешних орбиталей.

Перемещение сверху вниз в любой группе, наоборот, приводит к возрастанию размера атомов, что соответствует увеличению их главного квантового числа, определяющего число энергетических уровней.

В изменении атомных радиусов обнаруживается периодическая закономерность. При перемещении вдоль каждого периода от щелочного металла (1 группа) к галогену (7 группа) наблюдается уменьшение размеров атомов. В пределах каждого семейства (группы) периодической таблицы, например, среди щелочных металлов, по мере увеличения атомного номера радиус атома возрастает.

### 8.2.2. Энергия ионизации

Энергией ионизации  $I$  называется энергия, необходимая для отрыва и удаления электрона из сферы влияния ядра изолированного атома.

Более доступной для экспериментального определения величиной является **потенциал ионизации**. Это тот наименьший потенциал, при котором происходит отрыв электрона из атома и последующее его удаление из сферы притяжения ядра. Энергию ионизации  $I$  выражают в Джоулях или электрон -

вольтах (эВ); 1 эВ – энергия электрона в ускоряющем электрическом поле с разностью потенциалов 1 В (1 эВ = 96,49 кДж/моль). Оба эти понятия обычно используются как равнозначные. Чем больше энергия ионизации, тем прочнее связан электрон в атоме или ионе. Следовательно, чем меньше энергия ионизации данного атома, тем более выражены его восстановительные свойства.

При удалении из атома не одного, а двух и более электронов говорят о первом  $I_1$ , втором  $I_2$  и т. д. ионизационном потенциале. Удаление каждого последующего электрона из атома (иона) требует затраты все большего количества энергии. Причина этого заключается в том, что положительный заряд ядра, определяющий силу притяжения удаляемого электрона, остается все время постоянным, тогда как число электронов, нейтрализующих этот заряд, последовательно уменьшается.

В периодах величина энергии ионизации с возрастанием порядкового номера увеличивается (табл. 8.1), а восстановительная способность атомов, соответственно, уменьшается. Это связано с уменьшением радиусов атомов и увеличением положительных зарядов ядер.

Энергия ионизации в пределах главных подгрупп с увеличением порядкового номера уменьшается, а восстановительная способность атомов, соответственно, увеличивается. Объясняется это тем, что притяжение валентного электрона к ядру ослабляется с увеличением радиуса атома, причем это увеличение влияет на силу притяжения в большей мере, чем возрастание положительного заряда ядра.

Таким образом, в таблице Менделеева из s- и p - элементов наиболее сильные восстановители расположены слева внизу (самый сильный восстановитель - франций). Наиболее слабые восстановительные свойства проявляют химические элементы, расположенные в правом верхнем углу таблицы. Особенно это относится к фтору.

Для переходных элементов (d - элементы), а также для лантаноидов и актиноидов (f - элементы) значения энергии ионизации с возрастанием по-

рядкового номера постепенно увеличиваются, но незначительно, поскольку с возрастанием порядкового номера мало изменяются радиусы атомов и заряды ядер.

Таблица 8.1

**Последовательные энергии ионизации  $I_n$  (кДж/моль) атомов химических элементов третьего периода**

Элемент	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$	$I_7$
Na	490	4560					
Mg	735	1445	7730				
Al	580	1815	2740	11600			
Si	780	1575	3220	4350	16100		
P	1060	1890	2905	4950	6270	21200	
S	1005	2260	3375	4565	6950	8490	27000
Cl	1255	2295	3850	5160	6560	9360	11000
Ar	1525	2665	3945	5770	7230	8780	12000

### 8.2.3. Сродство к электрону и электроотрицательность

Характеристикой способности нейтральных атомов к присоединению электронов является **сродство к электрону  $E$**  - количество энергии, которая выделяется или которую необходимо затратить для присоединения электрона к атому. В случае большинства нейтральных атомов и всех положительно заряженных ионов присоединение электрона сопровождается выделением энергии и соответствует экзотермическому процессу. Следовательно, чем больше по абсолютной величине отрицательное значение  $E$ , тем больше способность атома притягивать электроны и, соответственно, выше его окислительная активность.

Сродство к электрону тесно связано с энергией ионизации: сродство к

электрону для однозарядного положительного иона противоположно по знаку, но совпадает по величине с энергией ионизации соответствующего нейтрального атома.

В изменении величины сродства к электрону в периодах и группах таблицы Менделеева нет столь же ярко выраженной закономерности, как в изменении энергии ионизации. Сродство к электрону зависит не только от радиуса атома и заряда ядра, но и от числа электронов на внешнем уровне атома и наличия свободных квантовых ячеек.

Для характеристики относительной способности атома смещать к себе участвующие в образовании химической связи электроны и приобретать отрицательный заряд служит еще одна условная величина - электроотрицательность. Мерой электроотрицательности ( $\chi$ ) является полусумма первого потенциала ионизации  $I_1$  и сродства к электрону  $E$ :

$$\chi = (I_1 + E)/2.$$

Удобнее пользоваться не абсолютными значениями электроотрицательности, а относительными. При оценке значений электроотрицательности одному из элементов приписывают условно выбранное значение параметра. Например, в качестве точки отсчета выбирают значение 2,5, которое принимается за электроотрицательность углерода. Понятие электроотрицательности ввел Л. Полинг, который и выбрал для углерода это значение. Конкретное значение точки отсчета не играет важной роли, так как сравнивают относительные значения электроотрицательности элементов. По Полингу наиболее электроотрицательным элементом является фтор, имеющий электроотрицательность, равную 4,0. Наименьшую электроотрицательность, равную 0,79, имеет цезий. Электроотрицательности всех остальных элементов находятся в отмеченных пределах. Чем выше значение электроотрицательности для данного элемента, тем более выражены его неметаллические свойства, тем

сильнее его атомы в молекулах химических соединений притягивают электроны, приобретая отрицательный эффективный заряд.

С увеличением порядкового номера электроотрицательность s- и p- элементов в периодах увеличивается (от щелочного металла к галогену), а в подгруппах, как правило, снижается. В целом, при перемещении слева направо вдоль одного периода сродство к электрону возрастает, что соответствует увеличению способности атома притягивать электрон.

Самые большие значения сродства к электрону характерны для галогенов. Это объясняется тем, что атомы галогенов имеют конфигурацию внешних электронов вида  $s^2p^5$ . Добавление всего одного электрона от атома другого элемента приводит к образованию устойчивой конфигурации, характерной для атомов благородных газов. Полной противоположностью галогенам являются химически инертные благородные газы – гелий, неон, аргон, криптон, ксенон и радон. Атомы благородных газов, имеющие заполненные s- и p- подуровни, не притягивают к себе дополнительного электрона; чтобы присоединить к ним электрон, нужно затратить энергию. Точно так же присоединение электрона к атомам щелочноземельных металлов требует затраты энергии, т.к. в каждом из них имеется заполненный внешний s- подуровень.

### 8.3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Укажите, какие экспериментальные данные свидетельствуют о наличии волновых свойств у частиц вещества.

2. Формально ион  $Li^{2+}$  имеет всего один электрон. Как вы думаете: большую или меньшую величину составит энергия ионизации данного иона в сравнении с энергией ионизации атома водорода H? Объясните ответ.

3. Какие из перечисленных ниже обозначений атомных орбиталей не имеют смысла: 4f, 2d, 2s, 5p, 1p, 3f, 3d?

4. Укажите значения квантовых чисел  $n$ ,  $l$ ,  $m_l$  для всех орбиталей, входящих в  $4f$  - подуровень; для всех орбиталей, входящих в электронную оболочку с  $n = 2$ .

5. Чем отличаются  $2p$ - и  $3p$  - орбитали?

6. Какие характеристики орбиталей определяются значением: а) главного квантового числа; б) орбитального квантового числа; в) магнитного квантового числа?

7. Укажите, в чем различие между следующими терминами: а) орбита и орбиталь; б) длина волны и частота; в)  $s$  - орбиталь и  $p$  - орбиталь; г) основное и возбужденное состояние; д) непрерывный спектр и линейчатый спектр; е) главное квантовое число и орбитальное квантовое число.

8. Запишите наборы квантовых чисел, разрешенных для каждой из следующих орбиталей: а)  $1s$ ; б)  $2p$ ; в)  $3d$ .

9. Какая из орбиталей каждой указанной пары имеет более низкую энергию в многоэлектронном атоме: а)  $3p$ ,  $5s$ ; б)  $2s$ ,  $2p$ ; в)  $3d$ ,  $3s$ ; г)  $3d$ ,  $4f$ ?

10. Объясните, почему  $2s$ -электрон в атоме бериллия испытывает действие большего эффективного заряда ядра, чем  $2s$ -электрон в атоме лития?

11. Напишите электронные конфигурации следующих атомов: а)  $K$ ; б)  $Si$ ; в)  $Se$ ; г)  $Mn$ ; д)  $La$ .

12. Как изменяются перечисленные ниже свойства при перемещении слева направо в любом периоде таблицы Менделеева: а) размер атома; б) энергия ионизации; в) сродство к электрону. Как изменяется каждое из этих свойств при перемещении сверху вниз в произвольной группе таблицы?

13. Исходя из положения элементов в периодической таблице, укажите, какой из атомов в каждой паре имеет большее значение радиуса: а)  $Na$ ,  $Li$ ; б)  $Li$ ,  $Be$ ; в)  $O$ ,  $P$ ; г)  $N$ ,  $Si$ .

14. Исходя из положения элементов в периодической таблице, укажите, какой из атомов в каждой паре имеет большее значение энергии ионизации: а)  $N$ ,  $F$ ; б)  $Na$ ,  $Mg$ ; в)  $O$ ,  $S$ ; г)  $Al$ ,  $Si$ .

15. Объясните низкую реакционную способность благородных газов с учетом их энергий ионизации и сродства к электрону.

## Глава 9

# ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

## 9.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Вода – одно из самых распространенных на Земле веществ. Это вещество и в жидком и в твердом состоянии состоит из молекул  $H_2O$ .

Миллионы лет назад при высыхании обширных морей образовались крупные залежи другого распространенного вещества - минерала галита. Химический состав данного минерала соответствует хлориду натрия  $NaCl$ . Как в растворе, так и в твердом состоянии хлорид натрия состоит из ионов  $Na^+$  и  $Cl^-$ .

Почему вещества состоят из разных частиц, одни из заряженных ионов, а другие из электронейтральных молекул?

Объяснение природы сил, ответственных за химическую связь атомов, стало возможным после установления электронного строения атомов. Все современные теории химической связи сходятся в одном: образование химической связи сопровождается существенной перестройкой электронных оболочек взаимодействующих атомов. При этом важно, что перестройка электронных оболочек затрагивает в основном наиболее подвижные валентные электроны внешнего, а в некоторых случаях и более глубоких уровней.

У  $s$ - и  $p$ -элементов валентными являются электроны внешнего уровня. У  $d$ -элементов валентными являются не только  $s$ -электроны внешнего, но и  $d$ -электроны предпоследнего уровня. У  $f$ -элементов (лантаноидов и актиноидов) валентными являются  $s$ -электроны внешнего уровня, обычно один  $d$ -электрон предпоследнего уровня и  $f$ -электроны третьего извне уровня. Например, для урана, проявляющего в химических соединениях степени окисления  $+3$ ,  $+4$ ,  $+5$  и  $+6$ , валентную группу электронов образуют два  $7s$ , один  $6d$



и три 5f - электрона:  ${}_{92}\text{U} = \dots 5f^3 6d^1 7s^2$ .

Образование молекул из отдельных атомов, между которыми возникает химическая связь, всегда сопровождается выделением значительного количества энергии. Эта энергия образования химической связи, так же, как и обратная ей по знаку энергия разрыва (или диссоциации) связи, может служить мерой прочности химической связи.

В зависимости от характера перераспределения валентных электронов между взаимодействующими атомами различают два основных типа химической связи:

1) ионную (гетерополярную), когда электроны практически полностью переходят от одного взаимодействующего атома к другому;

2) ковалентную (гомеополярную), когда электроны лишь частично смещаются к одному из взаимодействующих атомов.

Теория химической связи основывается на том, что атомы или ионы, имеющие на внешнем уровне 8 (или 2 для легких атомов) электронов, т.е. подобные по своей электронной конфигурации атомам инертных газов, отличаются большой устойчивостью. Поэтому атомы, переходя в состояние ионов, либо теряют электроны до тех пор, пока не будет образована устойчивая восьми- или двухэлектронная оболочка, либо приобретают электроны до тех пор, пока их внешний электронный уровень не будет дополнен до восьмиэлектронной оболочки. Между образовавшимися противоположно заряженными ионами возникает химическая связь.

Основы теории ковалентной (гомеополярной) химической связи разработал **Г. Н. Льюис**. Он считал, что устойчивые электронные конфигурации возникают не за счет полного перехода части внешних электронов от одного атома к другому, а за счет образования одной или нескольких общих для обоих взаимодействующих атомов пар электронов. Эти пары электронов принадлежат одновременно одному и другому атому. Льюис предложил в формулах молекул химических соединений указывать только наиболее подвижные валентные электроны, обозначая их точками вокруг символов ато-

мов. Одной паре общих электронов соответствует одинарная связь, двум парам - двойная, трем парам - тройная и т. д. (рис. 9.1).

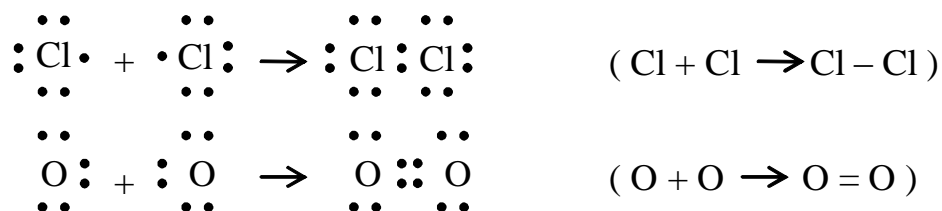


Рис. 9.1. Схема химической связи по Г.Н. Льюису.

Связь образуется за счет общих электронных пар. Одной паре общих электронов соответствует одинарная связь, двум парам – двойная и т.д.

Теория Льюиса позволила объяснить структуру большого количества соединений как неорганических, так и органических, ионных и ковалентных, полярных и неполярных. Но оставалось неясным, почему именно пары электронов обладают свойством образовывать химическую связь. Ответ на этот вопрос был получен лишь после того, как к объяснению и количественной трактовке химической связи была приложена квантовая теория.

Используя уравнения квантовой механики, расчетным путем удалось определить, как изменяется потенциальная энергия системы из двух атомов водорода по мере их сближения (рис. 9.2). Было установлено, что если электроны двух взаимодействующих атомов водорода имеют параллельные спины, то сближение этих атомов приводит к постепенному увеличению потенциальной энергии системы и росту сил отталкивания; химическая связь в этом случае не возникает. Если же электроны взаимодействующих атомов имеют разноименные спины (нижняя кривая), то по мере уменьшения расстояния между атомами и нарастании сил химической связи потенциальная энергия убывает, на некотором расстоянии она достигает минимума, что далее приводит к образованию молекулы  $\text{H}_2$ . Дальнейшее сближение атомов связано с

преодолением электростатических сил отталкивания между одноименно заряженными ядрами и требует больших затрат энергии.

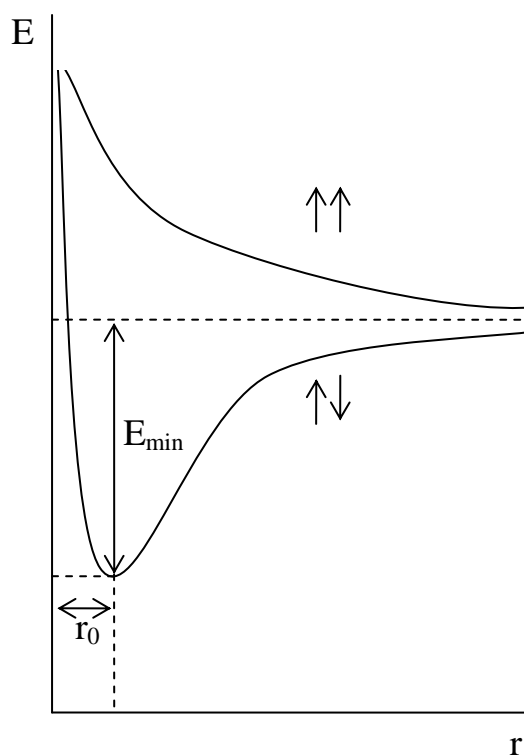


Рис. 9.2. Зависимость потенциальной энергии системы из двух атомов водорода от расстояния между ними

С точки зрения волновых представлений электронные облака взаимодействующих атомов как бы втягиваются друг в друга и в пространстве между ядрами возникает повышенная плотность электронного облака, количественно определяемая квадратом волновой функции  $\psi$ . Таким образом, положительно заряженные ядра связываются этим плотным облаком отрицательно заряженных электронов.

Если к системе из двух атомов водорода, образовавших молекулу  $H_2$ , присоединять третий, то химической связи не возникнет, поскольку спин у электрона этого атома будет параллелен спину какого-либо из уже имеющих в молекуле водорода электронов.

Используя рассмотренный подход, квантовая механика пришла к теоретическому обоснованию особой роли пар электронов в образовании химической связи и к объяснению причин ее насыщаемости.

В 30-х годах XX в. для описания и квантово-механической трактовки химических связей в молекулах было предложено два упрощенных полупирических метода: метод валентных связей (ВС), предложенный Л. Полингом и Д. Слэйтером, и метод молекулярных орбиталей (МО), разработанный Ф. Гундом, Э. Хюккелем и Р. Малликеном.

## 9.2. МЕТОД ВАЛЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ

В основе метода ВС, называемого иногда также методом электронных пар, лежат следующие исходные положения.

1. Химическую связь образуют два электрона с антипараллельными спинами, принадлежащие двум атомам. При этом происходит перекрывание электронных облаков, между атомами возникает зона с повышенной электронной плотностью, что и приводит к образованию химической связи. Возникшая таким образом химическая связь называется ковалентной.

2. Валентность элемента равна числу неспаренных электронов на внешнем энергетическом уровне атома этого элемента в нормальном и возбужденном состояниях.

3. Ковалентная связь тем прочнее, чем больше перекрываются облака связующих электронов. Из двух орбиталей атома наиболее прочную связь образует та, которая сильнее перекрывается с орбиталью другого атома.

4. Химическая связь располагается в том направлении, в котором достигается наибольшее перекрывание валентных орбиталей.

Более подробно рассмотрим второе положение, с помощью которого можно прогнозировать валентность различных элементов. С точки зрения этого положения в свободных атомах элементов не все электроны, обычно

считающиеся валентными (в простейшем случае - электроны внешнего уровня), являются неспаренными: часть из них образует неподеленные пары электронов, каждая из которых целиком заполняет энергетическую ячейку. Склонность таких электронов к образованию химической связи невелика.

Рассмотрим, например, атом углерода. На внешнем уровне у него 4 электрона, из которых два ( $2s^2$ ) в нормальном невозбужденном состоянии атома являются спаренными, а два других ( $2p^2$ ) в соответствии с правилом Гунда занимают отдельные свободные ячейки  $2p$  - подуровня и являются неспаренными, способными к взаимодействию с неспаренными электронами других атомов. Таким образом, валентность атома углерода, находящегося в невозбужденном состоянии, равна двум.

При получении атомом углерода небольшого количества дополнительной энергии он переходит в возбужденное состояние, при котором все электроны внешнего уровня стремятся разместиться в свободных энергетических ячейках этого уровня по одному:



Такой возбужденный атом углерода может образовать 4 химические связи (по числу неспаренных электронов) и проявить наиболее характерную для него валентность, равную четырем.

Относительно небольшое количество энергии, затраченное на возбуждение атома углерода, разъединение его двух  $2s$  - электронов и перемещение одного из них в свободную ячейку  $2p$  - подуровня с избытком покрывается энергией, которая выделяется при образовании четырех ковалентных связей.

Следовательно, анализируя возможную валентность какого-либо эле-

мента, необходимо учитывать как число неспаренных электронов в невозбужденном состоянии, так и число неспаренных электронов, которое будет иметь атом в возбужденном состоянии после распределения электронов внешнего уровня по свободным энергетическим ячейкам этого уровня.

Однако вначале необходимо определить пределы возбуждения атома. Обычно под возбужденным состоянием атома подразумевают такое состояние, в которое он переходит при получении энергии, достаточной для перераспределения внешних электронов по энергетическим ячейкам всех подуровней данного внешнего уровня, без их перехода на более высокие энергетические уровни. Переход электрона с одного энергетического уровня на другой, более высокий, требует больших затрат энергии, чем те, которые обычно имеют в виду, когда говорят об энергии возбуждения атома.

Попробуем на основании метода валентных связей (ВС) предсказать, какой валентностью будут обладать элементы второго и третьего периодов периодической системы Д. М. Менделеева в нормальном и возбужденном состояниях.

На внешнем уровне атомов элементов второго периода по четыре энергетические ячейки: одна  $2s$  и три  $2p$  ячейки. Так, один внешний электрон невозбужденного атома лития находится в  $2s$  ячейке. При возбуждении он может перейти в какую - либо из трех ячеек  $2p$  - подуровня, но валентность атома при этом не изменится: он и в нормальном, и в возбужденном состояниях будет оставаться одновалентным по количеству неспаренных электронов на внешнем уровне.

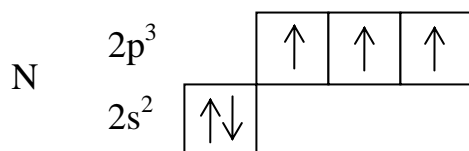
Два внешних электрона невозбужденного атома бериллия образуют на  $2s$  - подуровне неподеленную пару электронов. При возбуждении эта пара распадается и каждый из электронов занимает отдельную энергетическую ячейку  $2s$ - и  $2p$ - подуровня. Валентность возбужденного атома соответственно числу неспаренных электронов становится равной 2. Эту валентность обычно и проявляет бериллий в соединениях.

Атом бора в невозбужденном состоянии имеет неподеленную пару

электронов на 2s - подуровне и неспаренный электрон на 2p - подуровне, т.е. бор должен быть одновалентен; В<sub>4</sub>С – пример соединения, в котором бор проявляет такую валентность. После возбуждения атома бора на его внешнем уровне появляется 3 неспаренных электрона, определяющие его валентность, равную трем.

Атом углерода в процессе возбуждения переходит в конфигурацию с четырьмя неспаренными электронами во внешнем уровне. Заметим, что на внешнем энергетическом уровне этого атома как раз столько ячеек, сколько необходимо для распределения по одному четырех внешних электронов. Больше свободных ячеек на этом уровне нет. Эти обстоятельства ставят атом азота (порядковый номер 7) в иные условия, чем атомы предшествующих ему элементов второго периода.

У атома азота в невозбужденном состоянии имеется неподеленная пара электронов на 2s- подуровне и три неспаренных электрона в трех ячейках 2p - подуровня:



В этом состоянии он трехвалентен, например, NH<sub>3</sub>, NCl<sub>3</sub> и др. Возбуждение атома азота с разделением неподеленных пар невозможно: на втором энергетическом уровне нет для этого свободных ячеек. При любых переходах внешних электронов в процессе возбуждения из одной энергетической ячейки в другую число неспаренных электронов будет оставаться одним и тем же, равным трем.

Атом кислорода в невозбужденном состоянии на внешнем уровне имеет две неподеленные пары электронов и два неспаренных электрона. Возбудить атом так, чтобы спаренные электроны оказались неспаренными и заняли отдельные энергетические ячейки, не представляется возможным. Поэтому

кислород практически во всех случаях двухвалентен. По этим же причинам неизвестно ни одного соединения фтора, в котором последний имел бы валентность выше единицы. У атома неона все энергетические ячейки внешнего уровня полностью укомплектованы неподеленными парами электронов и неспаренных электронов у него нет ни в нормальном состоянии, ни в случае поглощения небольших количеств энергии. Этим и объясняется свойственная неону химическая инертность.

Обратимся к атомам элементов третьего периода. Атомы этих элементов имеют на внешнем уровне, помимо одной  $s$ -ячейки и трех  $p$ -ячеек, еще 5 энергетических ячеек  $d$ -подуровня. Для четырех первых представителей (Na, Mg, Al, Si) на основании метода валентных связей можно прогнозировать те же самые валентности в нормальном и возбужденном состояниях атома, как и для соответствующих элементов 2-го периода (Li, Be, B, C). Однако далее картина существенно изменяется.

У атома фосфора в нормальном состоянии три неспаренных электрона и он, как и азот, обнаруживает валентность, равную трем, во многих соединениях ( $\text{PH}_3$ ,  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_3$  и др.). Но, благодаря наличию на внешнем уровне свободных энергетических ячеек  $3d$ -подуровня, становится возможным возбуждение. В результате на внешнем уровне появляется пять неспаренных электронов, и становится возможным образование соединений типа  $\text{PF}_5$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и др.

В невозбужденном атоме серы на внешнем уровне 2 неспаренных электрона и в таком состоянии сера двухвалентна ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SCl}_2$ ,  $\text{CS}_2$  и т. д.). При ступенчатом возбуждении атом серы может образовать конфигурацию из 4 и 6 неспаренных электронов. Известны соединения, в которых сера четырехвалентна ( $\text{SCl}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  и др.) и шестивалентна ( $\text{SF}_6$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и др.).

В нормальном состоянии на внешнем уровне атома аргона 4 неподеленные пары электронов и нет ни одного неспаренного. Этому соответствует значительная химическая инертность аргона. Теоретически не исключена возможность образования аргоном соединений, в которых он обнаруживал бы

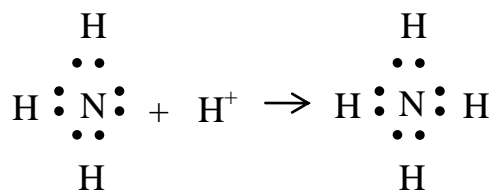


валентность II, IV, VI и даже VIII. Отметим, что для инертных газов с большим порядковым номером - криптона, ксенона и радона такие соединения синтезированы.

### 9.3. ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНЫЙ МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ КОВАЛЕНТНОЙ СВЯЗИ

Выше рассматривался механизм образования ковалентной химической связи, при котором две атомные орбитали, принадлежащие различным атомам, перекрывают друг друга и за счет этого достигается выигрыш энергии. Такой механизм образования связи обычно называют обменным. Но возможен и механизм, при котором связующая пара электронов поставляется только одним из взаимодействующих атомов, называемым донором, в то время как второй атом - акцептор, воспринимает эту пару, предоставляя для ее размещения свободную орбиталь. Эта неподеленная пара электронов создает в промежутке между ядрами атомов зону повышенной плотности электронного облака, что и вызывает возникновение химической связи.

Например, свободная неподеленная пара электронов молекулы аммиака (донор), взаимодействуя со свободной орбиталью  $H^+$  иона (акцептор), образует ион аммония  $NH_4^+$ :



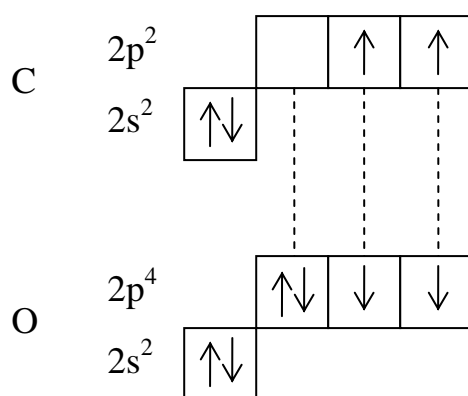
Механизм образования ковалентной химической связи, при котором пара связующих электронов поставляется только одним из взаимодействующих атомов (донором) и воспринимается вторым атомом (акцептором), имеющим свободную орбиталь, называется донорно - акцепторным, а сама

химическая связь – донорно - акцепторной.

Обычно смещение связывающей пары электронов от атома - донора к атому - акцептору приводит к образованию полярной молекулы, у которой положительный полюс находится у атома - донора, а отрицательный - у атома - акцептора. В связи с этим донорно - акцепторную связь обозначают стрелкой соответствующего направления, хотя какой-либо разницы между ковалентной связью, возникшей по донорно - акцепторному механизму и ковалентной связью, образовавшейся по обменному механизму, нет.

Так, в молекуле оксида углерода (II) не две химические связи, как это можно было бы предположить, исходя из того, что кислород двухвалентен, а три. Третья связь возникает по донорно - акцепторному механизму:  $C \equiv O$ .

В невозбужденном атоме углерода два неспаренных электрона ( $2p^2$ ) могут дать две обычные ковалентные связи (по обменному механизму) с атомом кислорода, у которого также два неспаренных электрона. В атоме кислорода на  $2p$  - подуровне есть неподеленная пара электронов, а в атоме углерода на таком же  $2p$  - подуровне - свободная орбиталь. Таким образом, имеется возможность для образования еще одной химической связи по донорно - акцепторному механизму:



## 9.4. СВОЙСТВА КОВАЛЕНТНОЙ СВЯЗИ

Важнейшими свойствами ковалентной связи являются **насыщаемость, направленность и поляризуемость.**

Под насыщенностью ковалентной связи подразумевают, что атом данного химического элемента может образовать не произвольное, а строго определенное количество химических связей, ограниченное его максимальной валентностью. В простейшем случае, например, при образовании молекулы  $H_2$  из двух атомов водорода, насыщенность химической связи обусловлена тем, что связь возникает, когда электроны взаимодействующих атомов имеют антипараллельные спины. Добавление третьего атома уже невозможно, так как спин его электрона будет параллелен спину одного из электронов молекулы  $H_2$ .

Максимальная валентность лимитируется также количеством валентных атомных орбиталей. Это количество, в свою очередь, зависит от количества квантовых ячеек на внешнем энергетическом уровне атома.

Так, у элементов второго периода валентность не превышает 4, хотя количество электронов на внешнем уровне атомов данных элементов варьирует от 1 до 8. Объясняется это тем, что число квантовых ячеек на внешнем уровне, в которых могли бы разместиться неспаренные электроны, т. е. число валентных орбиталей у элементов второго периода, не превышает 4 (одна  $s$  - орбиталь и три  $p$  - орбитали).

У атомов элементов третьего периода на внешнем уровне 9 квантовых ячеек (одна  $s$ -, три  $p$ -, пять  $d$ - орбиталей) и в них могут разместиться по одному все внешние электроны, даже у атома аргона. Валентность для элементов этого периода варьирует от 1 до 8.

Направленность ковалентной химической связи обусловлена сложной конфигурацией атомных  $p$ ,  $d$  и  $f$  - орбиталей, степень перекрытия которых атомными орбиталями других атомов существенно зависит от того, по какому направлению идет присоединение каждого нового атома.

Взаимное расположение  $p$  - орбиталей, имеющих форму гантели, вдоль условных осей  $x$ ,  $y$  и  $z$  определяется тремя возможными для  $p$  - электронов

значениями магнитного квантового числа  $m_l$  (-1, 0, 1). Наибольшее перекрытие электронных облаков при образовании химических связей за счет  $p$ -электронов достигается вдоль осей орбиталей и, если у атома было образовано три связи, то в идеальном случае они должны располагаться под углом  $90^\circ$ . Однако из-за электростатического взаимодействия угол несколько иной.

Для  $d$ - электронов возможны 5 значений магнитного квантового числа и этому соответствуют 5 вариантов взаимного расположения  $d$ - орбиталей и образуемых ими химических связей. Типичные формы  $f$ - орбиталей, допускающие 7 вариантов их взаимного расположения, в пространстве еще сложнее.

Таким образом, направленность химической связи обусловлена тем, что для  $p$ -,  $d$ - и  $f$ - орбиталей существуют строго ограниченные квантовыми условиями (значениями  $m_l$ ) варианты их взаимного расположения в пространстве. Ситуация упрощается, если ковалентная связь данного атома с другими осуществляется за счет его валентной  $s$ - орбитали, форма которой отвечает шаровой симметрии. Такой атом может образовывать одинаково прочные химические связи в любом направлении, поскольку все направления равнозначны.

Ковалентную связь, образованную за счет взаимного перекрывания атомных орбиталей вдоль линии, соединяющих центры взаимодействующих атомов называют  $\sigma$  (сигма) – **связью** (рис. 9.3).

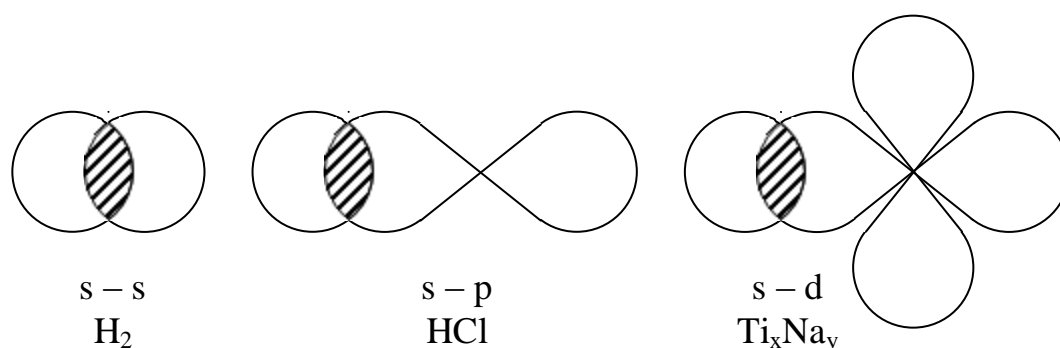


Рис. 9.3. Схема образования  $\sigma$ - связи

Ковалентную связь, образованную за счет двукратного взаимного перекрывания атомных орбителей перпендикулярно линии, соединяющей центры взаимодействующих атомов, называется  $\pi$  (пи) - **связью** (рис. 9.4).

Более прочные  $\sigma$  - связи, т.к. выделение энергии при их образовании больше, чем при образовании  $\pi$  - связей.

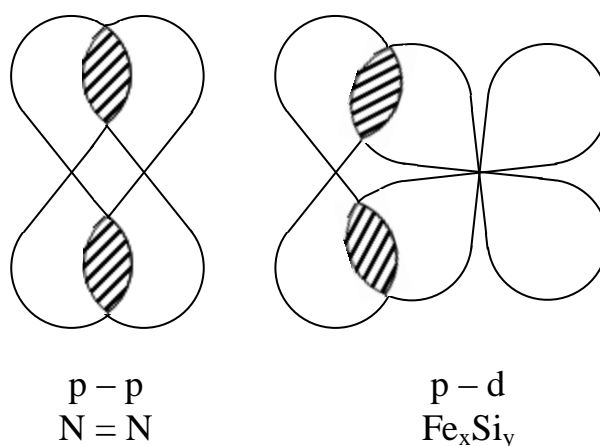


Рис. 9.4. Схема образования  $\pi$  - связи

**Гибридизация и гибридные связи.** Рассмотрим в качестве примера образование молекул  $BeCl_2$ ,  $BCl_3$  и  $CCl_4$  при взаимодействии атомов трех первых элементов второго периода с атомами хлора.

Атом бериллия двухвалентен, так как в возбужденном состоянии он имеет на внешнем уровне два неспаренных электрона. Несмотря на различную энергию  $2s$  и  $2p$  - орбиталей, установлено, что обе связи  $Be-Cl$  в молекуле  $BeCl_2$  совершенно равноценны, а атомы хлора расположены строго симметрично относительно атома бериллия. Объяснение этого факта заключается в том, что когда атом образует химические связи за счет разных электронов, отличающихся по энергетическому состоянию, между ними происходит перераспределение электронной плотности. В результате образуются новые по форме, но одинаковые для всех валентных электронов электронные орбитали.

Соответствующие атому в его исходном невозбужденном состоянии атомные орбитали вырождаются. При этом, например, из шаровидной  $s$  - орбитали и гантелевидной  $p$  - орбитали получается гибрид, представляющий более плотную и вытянутую орбиталь (рис. 9.5).

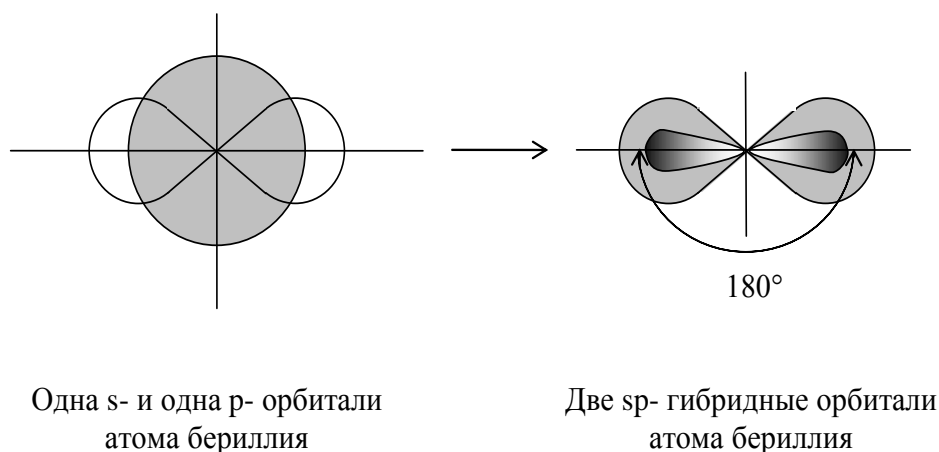


Рис. 9.5. Схема гибридизации  $s$ - и  $p$  - орбиталей атома бериллия

Процесс образования новых по форме и распределению электронной плотности орбиталей называется **гибридизацией**. Гибридизация сама по себе требует затрат энергии. Однако последующее химическое взаимодействие приводит к выигрышу энергии. Это обусловлено тем, что более плотная и растянутая гибридная орбиталь данного атома будет больше перекрываться валентными орбиталями взаимодействующих с ним атомов и образующаяся связь будет прочнее.

Молекула  $\text{BeCl}_2$  симметрична потому, что две связи атома бериллия с атомами хлора образованы двумя совершенно одинаковыми гибридными орбиталями. В этом случае речь идет о  $sp$  - гибридизации и образовании двух гибридных  $sp$  - орбиталей (рис. 9.6).

Атом бора трехвалентен, так как в возбужденном состоянии на его внешнем уровне три неспаренных электрона, из которых один -  $2s$ - электрон, а

два - 2p- электроны.

Как и в случае с  $\text{BeCl}_2$ , в молекуле  $\text{BCl}_3$  все образуемые связи B-Cl одинаковы по длине и прочности, а сама молекула имеет правильную треугольную форму. Правильная треугольная форма молекулы  $\text{BCl}_3$  объясняется возникновением у атома бора трех одинаковых гибридных  $sp^2$ -орбиталей, образованных из одной 2s-орбитали и двух 2p-орбиталей (рис. 9.7).

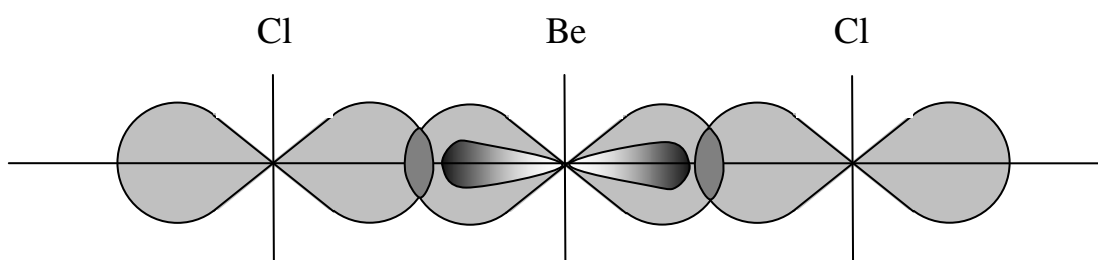


Рис. 9.6. Схема образования химических связей в молекуле  $\text{BeCl}_2$

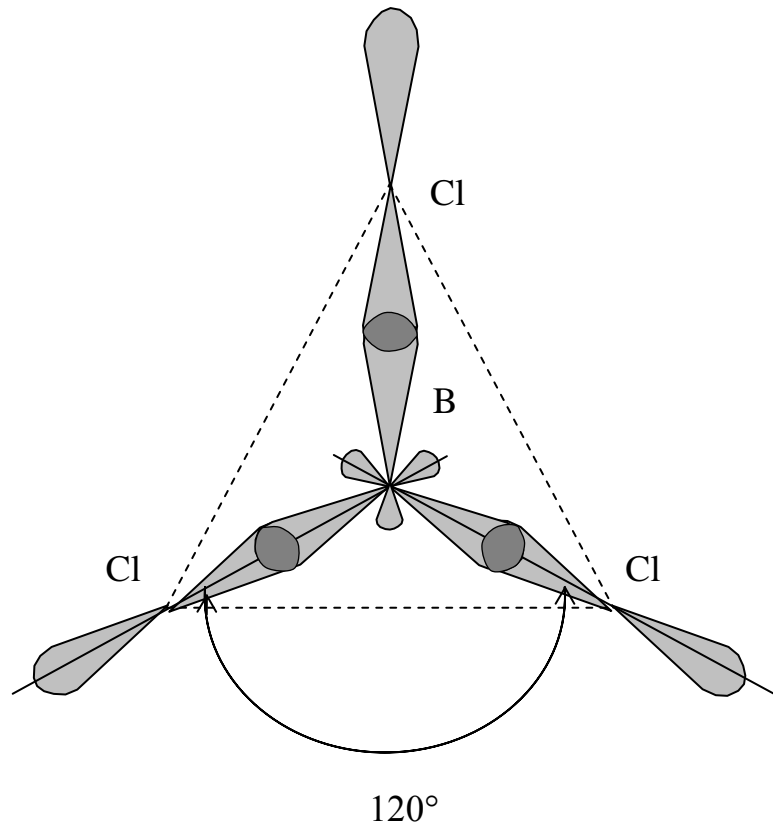


Рис. 9.7. Схема образования химических связей в молекуле  $\text{BCl}_3$

У атома углерода в возбужденном состоянии 4 валентные орбитали, из которых одна -  $2s$ - и три другие -  $2p$  - орбитали (см. схему выше). В молекуле  $\text{CCl}_4$  все связи  $\text{C}-\text{Cl}$  также совершенно равноценны, и она имеет симметричную тетраэдрическую структуру.

В случае  $sp^2$  - гибридизации угол между гибридными орбиталями составляет  $120^\circ$ . Четыре совершенно равноценные связи в молекуле  $\text{CCl}_4$ , расположенные под углом  $109^\circ 28'$  (тетраэдрический угол), - следствие  $sp^3$  - гибридизации в атоме углерода при взаимодействии с атомами хлора. Из одной  $2s$  - орбитали и трех  $2p$  - орбиталей образовалось четыре идентичные  $sp^3$  - орбитали, взаимно ориентированные под углом  $109^\circ 28'$ .

Следует подчеркнуть, что не всегда все гибридные орбитали, возникшие в результате  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$  и других более сложных видов гибридизации, участвуют в образовании химической связи. О том, что гибридизация того или иного типа произошла, судят прежде всего по величине угла между образованными химическими связями. Если угол близок к  $120^\circ$ , это свидетельствует о  $sp^2$  - гибридизации; если он близок к тетраэдрическому ( $109^\circ 28'$ ), имеет место  $sp^3$  - гибридизация и т. д.

Так, при образовании молекулы воды происходит  $sp^3$  - гибридизация, поскольку угол между двумя связями  $\text{O}-\text{H}$  ( $104^\circ 28'$ ) ближе всего к тетраэдрическому. Атом кислорода может образовать 4 химические связи: две из них - за счет двух неспаренных  $2p$  - электронов и две - за счет готовых электронных пар, расположенных в  $2s$ - и  $2p$  - ячейках, по донорно - акцепторному механизму. Гибридизация четырех орбиталей по  $sp^3$  типу является причиной взаимной ориентировки связей  $\text{O}-\text{H}$  в молекуле  $\text{H}_2\text{O}$  под углом, близким к тетраэдрическому.

Очевидно,  $sp^3$  - гибридизация имеет место и при образовании молекулы  $\text{NH}_3$ , поскольку угол  $\text{H}-\text{N}-\text{H}$  ( $107^\circ 20'$ ) ближе всего к тетраэдрическому. В молекуле аммиака три образовавшиеся гибридные связи оказались занятыми, а



одна осталась свободной.

При взаимодействии двух одинаковых атомов связующая пара электронов (область перекрытия валентных орбиталей) располагается между этими двумя атомами посередине.

В общем случае, когда взаимодействуют два различных атома, связующая пара всегда смещена в сторону атома более электроотрицательного элемента. Это приводит к несовпадению центров положительных и отрицательных зарядов, молекула поляризуется, приобретает структуру диполя.

Полярность молекулы оценивают величиной дипольного момента, представляющего собой произведение расстояния между центрами зарядов на величину электрического заряда. Количественной мерой поляризуемости ковалентной химической связи наряду с дипольным моментом является также эффективный заряд атома.

Рассмотрим случай, когда оба взаимодействующих атома равноценны по своей электроотрицательности. Очевидно, что связующая пара электронов установится точно посередине между атомами. Центры положительных и отрицательных зарядов будут совпадать и оба атома не приобретут никакого заряда. Моделью этого случая могут быть неполярные молекулы  $H_2$ ,  $O_2$  и т. д.

Рассмотрим другой случай, когда электроотрицательность одного из взаимодействующих атомов больше, чем электроотрицательность другого. Тогда последний будет иметь положительный эффективный заряд.

Чем больше значение эффективного заряда атома приближается к целочисленному (1, 2, 3 и т. д.), т.е. чем более выражено смещение валентных электронов к ядру одного из взаимодействующих атомов, тем больше связь в молекуле данного соединения приближается к чисто ионной.

Чем меньше это значение, тем более ковалентна химическая связь. В соответствии со значениями эффективных зарядов атомов можно сказать, что, например, в молекуле HI связь на 5 % ионная и на 95 % ковалентная.

Полного смещения связующих пар электронов от более электроположительного к более отрицательному элементу и образования чисто ионной

связи практически никогда не наблюдается. Даже при взаимодействии атома франция (самого электроположительного из известных элементов) с атомом фтора (самым электроотрицательным из элементов) эффективные заряды атомов в образованной молекуле равны не +1 и -1, а лишь +0,94 и -0,94, т. е. и в этом случае связь на 6 % остается ковалентной.

Ионная связь должна рассматриваться как предельный случай ковалентной связи, что практически полностью никогда не реализуется.

## 9.5. МЕТОД МОЛЕКУЛЯРНЫХ ОРБИТАЛЕЙ

Далеко не все факты образования химической связи могут быть объяснены с позиций метода ВС, в котором решающая роль в образовании химической связи отводится паре электронов с антипараллельными спинами. Например, в молекулярном ионе водорода  $H_2^+$  только один электрон, и нет никаких условий для образования неподеленной пары электронов и возникновения химической связи. Между тем связь между ядрами водорода в молекулярном ионе  $H_2^+$  довольно прочна и составляет около 259 кДж/моль. Для сравнения: энергия связи атомов в молекуле  $H_2$  равна 435 кДж/моль.

Можно было бы ожидать, что существует прочная молекула гелия  $He_2$ . В действительности двухатомной молекулы  $He_2$  не существует. Эти факты, не находящие объяснения и рамках метода валентных связей (ВС), удалось объяснить, опираясь на метод молекулярных орбиталей (МО). Метод МО более универсален и позволяет объяснить более широкий круг явлений, чем метод ВС.

В методе МО вся молекула рассматривается как единый ядерный каркас, пронизанный орбиталями, общими для всей молекулы электронов. Когда из двух или нескольких атомов образуется молекула, атомные орбитали связующих электронов перекрывают друг друга и вырождаются в молекулярные орбитали, охватывающие ядра всех атомов, входящих в состав молекулы. В

отношении молекулярных орбиталей применимы понятия квантовых чисел, принципы наименьшей энергии и запрета Паули, правило Гунда.

При сближении двух или нескольких взаимодействующих атомов орбитали их связующих электронов взаимодействуют друг с другом и с силовыми полями ядер. В результате взаимодействия орбитали деформируются и вырождаются в совершенно иную по конфигурации молекулярную орбиталь. Волновая функция  $\Psi$ , характеризующая распределение электронной плотности молекулярной орбитали, может быть рассчитана как линейная комбинация волновых функций соответствующих атомных орбиталей. В зависимости от квантовых характеристик электронов, образующих связь, волновые функции двух взаимодействующих атомов могут либо складываться, либо вычитаться. Молекулярная орбиталь, полученная сложением волновых функций электронов взаимодействующих атомов, называется связывающей, а находящиеся на ней электроны - связывающими. Молекулярная орбиталь, полученная вычитанием волновых функций электронов взаимодействующих атомов, называется разрыхляющей, а находящиеся на ней электроны - разрыхляющими. Связывающие электроны непосредственно участвуют в образовании химической связи, в то время как разрыхляющие электроны дестабилизируют ее.

Все это может быть выражено следующей энергетической схемой, в которой атомные и молекулярные орбитали представлены как энергетические ячейки (клетки) с соответствующими обозначениями.

Клетки, обозначающие связывающие молекулярные орбитали, располагаются ниже, чем клетки, обозначающие исходные атомные орбитали, а разрыхляющие молекулярные орбитали, отвечающие более высокому уровню энергии системы, выше.

В методе ВС кратность химической связи определяется числом пар электронов, участвующих в ее образовании. В методе МО кратность связи равна полусумме числа электронов, поступивших на связывающие орбитали,

минус полусумма числа электронов, поступивших на разрыхляющие орбитали. Величина этой разности и, соответственно, кратность связи может выражаться как целым, так и дробным числом. Чем больше избыток связывающих электронов в сравнении с числом разрыхляющих, тем выше кратность и прочность химической связи, тем меньше межатомное расстояние в молекуле. Если число связывающих электронов равно числу разрыхляющих, химической связи в данной системе атомов не возникает.

Рассмотрим энергетическую схему образования молекулы водорода, представленную на рис. 9.8. При образовании молекулы водорода из двух изолированных атомов оба  $s$ -электрона этих атомов поступают на связывающую молекулярную орбиталь, отвечающую  $\sigma$ -связи, и на разрыхляющей орбитали не оказывается ни одного электрона. Кратность связи равна единице.

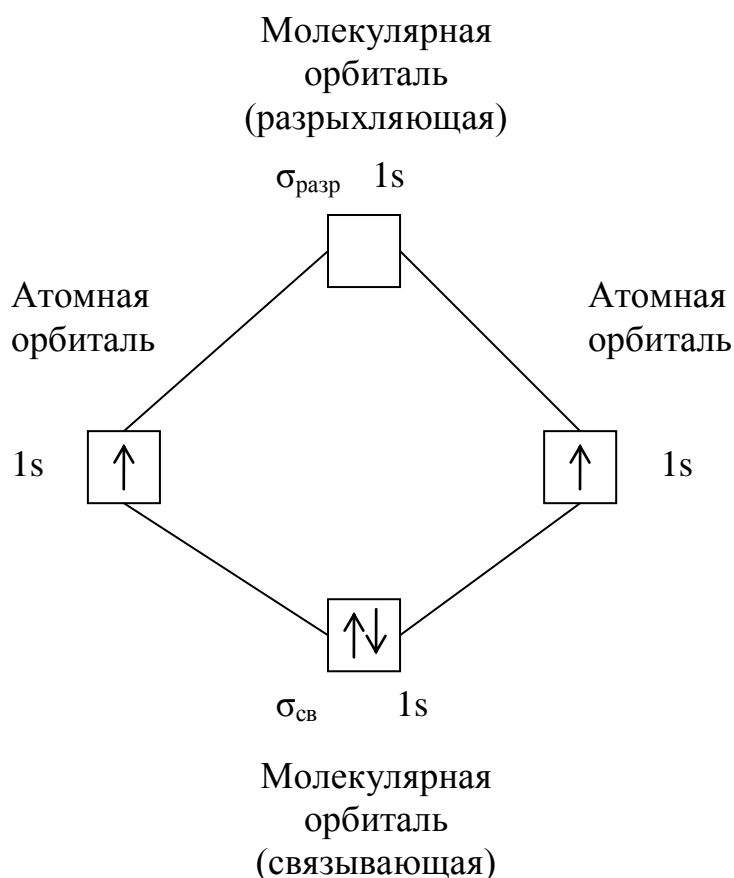


Рис. 9.8. Энергетическая схема образования молекулы водорода

В случае молекулярного кислорода, каждый из атомов кислорода, образующих молекулу  $O_2$ , вносит по 4 электрона внешнего  $p$  - подуровня, которые могут образовать две  $\pi$  - связи и одну  $\sigma$  - связь. Шесть из этих восьми электронов поступают прежде всего на связывающие орбитали, а оставшиеся два - на разрыхляющие. С точки зрения принципа запрета Паули возможно размещение этих двух электронов на одной разрыхляющей орбитали, если они обладают антипараллельными спинами. Здесь необходимо учесть еще и правило Гунда: поскольку свободны все три разрыхляющие молекулярные орбитали, энергетически более выгодно разместить каждый из этих электронов в отдельной энергетической ячейке - на отдельной разрыхляющей орбитали. Поэтому в молекуле  $O_2$  оказывается два неспаренных электрона.

## 9.6. МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ВОДОРОДНАЯ СВЯЗЬ

Свойства веществ определяются не только природой атомов и характером химической связи между ними. Имеет важное значение и величина межмолекулярного взаимодействия, называемого также силами Ван-дер-Ваальса. Этими силами определяется, в каком агрегатном состоянии (твердом, жидком или газообразном) находится данное вещество, как велики расстояния между образующими его частицами (молекулами, атомами, ионами), какова степень свободы этих частиц, в каких соотношениях находится средняя потенциальная энергия частиц, характеризующая их связь, и средняя кинетическая энергия этих же частиц. Различают три вида межмолекулярного взаимодействия: ориентационное (дипольное), индукционное (деформационное) и дисперсионное.

Ориентационное (дипольное) взаимодействие вызывает притяжение

полярных молекул, которое проявляется тем больше, чем больше дипольный момент молекул  $\mu$ . Сущность его заключается в том, что две полярные молекулы А и В ориентируются таким образом, что возникает притяжение между разноименно заряженными полюсами. Так как тепловое движение нарушает взаимную ориентацию полярных молекул, повышение температуры ослабляет ориентационное взаимодействие. Если взаимодействуют неполярные молекулы ( $\mu = 0$ ), ориентационный эффект отсутствует.

Индукционное (деформационное) взаимодействие проявляется особенно заметно, когда одна из взаимодействующих молекул полярна, а вторая неполярна, но легко поляризуема (деформируемая). В этом случае электрическое поле полярной молекулы может вызывать смещение зарядов в неполярной молекуле и индуцировать новый диполь, ориентированный своим положительным полюсом к отрицательному полюсу полярной молекулы. Индукционное взаимодействие мало меняется с температурой, оно нередко сопутствует ориентационному и дополняет его. Электрические поля ориентированных полярных молекул могут вызывать дополнительное смещение центров тяжести зарядов и тем самым усиливать дипольное взаимодействие.

При взаимодействии неполярных молекул или атомов с трудно деформируемой электронной оболочкой не может возникнуть ни ориентационного, ни индукционного взаимодействия. В том случае, если бы силы Ван-дер-Ваальса были обусловлены только этими двумя эффектами, такие газы, как водород, кислород, азот, а тем более благородные газы практически было бы невозможно сжижать. Однако на практике это удается сделать.

Межмолекулярное взаимодействие между совершенно неполярными молекулами обусловлено главным образом дисперсионным эффектом. Сущность эффекта состоит в том, что в процессе движения электронов в молекулах или атомах могут происходить быстрые смещения центров тяжести положительных и отрицательных зарядов с образованием мгновенных диполей. Дипольный момент, возникающий у одной молекулы, может индуцировать

поляризацию другой молекулы. В итоге между поляризованными молекулами возникает притяжение, как и в случае деформационного взаимодействия.

Дисперсионное взаимодействие обычно является существенной составляющей в общей величине межмолекулярного взаимодействия. Ориентационный эффект играет большую роль при взаимодействии полярных молекул с большими дипольными моментами ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ); индукционный эффект чаще всего лишь незначительно влияет на суммарную величину сил Ван-дер-Ваальса.

Межмолекулярные силы играют большую роль при переходе вещества из одного агрегатного состояния в другое, например, при сжижении газов. С ними в большей или меньшей мере связаны такие физико-химические свойства вещества как плотность, температура кипения (конденсации), температура плавления (кристаллизации), вязкость, поверхностное натяжение, коэффициент диффузии и т. д.

Водородная связь представляет особый тип взаимодействия, ведущий к образованию как межмолекулярных связей, так и связей между атомами в молекулах. Она занимает промежуточное положение между чисто химической связью и физической межмолекулярной.

В качестве связующего мостика при осуществлении водородной связи выступает атом водорода, находящийся в соединении с атомом какого-либо более электроотрицательного элемента (фтора, кислорода, азота, хлора, серы). Малый по размерам ион водорода, вокруг которого отсутствуют отрицательные электрические поля электронов, может легко вторгаться в электронные оболочки других ионов или атомов, не испытывая с их стороны заметного отталкивания. Оказавшись между атомами сильно электроотрицательных элементов, он может выполнять роль связующего звена. Эта дополнительная химическая связь, обозначаемая обычно пунктиром, получила название водородной связи.

Энергия водородной связи сравнительно невелика (от 8 до 40 кДж/моль). Тем не менее, эта связь играет важную роль при образовании

водных и многих неводных растворов, в процессах электролитической диссоциации кислот и оснований, в построении сложных структур белковых веществ и во многих других случаях.

Наличие водородной связи в молекулах того или иного вещества может быть установлено многими физическими методами (рентгеноструктурный анализ, инфракрасная спектроскопия, ядерный магнитный резонанс и др.), а также на основе сравнения свойств данного вещества со свойствами химически подобных ему веществ.

Так, экстраполируя изменения в ряду галогеноводородов HI - HBr - HCl температур плавления (-50,8; -86,9 и -114,2 °C), температур кипения (-35,4; -66,8 и -85,08 °C) и теплот испарения (19,76; 17,61 и 16,15 кДж/моль), можно было бы установить соответствующие значения для HF, во всяком случае ниже -114,2 °C; -85,08 °C и 16,15 кДж/моль. Однако в действительности это -83,36 °C ; +19,52 °C и 32,6 кДж/моль. В дополнение к типичной ковалентной связи здесь действует еще и водородная связь, вызывающая ассоциацию молекул HF.

В структуре льда каждый атом кислорода имеет 4 направленные к атомам водорода связи, расположенные почти точно под тетраэдрическим углом (109,5 °C). Две из этих связей - обычные полярные ковалентные связи с длиной 0,099 нм, а две другие - водородные с длиной 0,176 нм. При плавлении льда происходит частичное разрушение водородных связей, в связи с чем вместо увеличения объема вначале происходит его уменьшение. Этим же объясняются и другие аномалии в изменении свойств воды при переходе ее из твердого состояния в жидкое (аномально высокие значения теплоты плавления и теплоемкости и др.).

## 9.7. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

### 9.7.1. Составление формул комплексных соединений



В химии известны сложные по составу вещества, образование которых происходит при взаимодействии более простых частиц – молекул, атомов и ионов. Такие сложные соединения, состоящие из более простых, часто относят к комплексным соединениям. Согласно современным воззрениям в структуре молекул комплексных соединений (называемых также координационными соединениями) различают:

1) **комплексообразователь** – центральная частица (атом, ион) вокруг которой расположены тесно связанные с ней **лиганды** - электронейтральные молекулы или несущие определенный заряд ионы. Комплексообразователь и лиганды составляют **внутреннюю координационную сферу** комплексного соединения. Количество лигандов во внутренней сфере определяет **координационное число** комплексного соединения. В том случае, если суммарный заряд внутренней сферы не равен нулю, при составлении химической формулы ее заключают в квадратные скобки;

2) **внешнюю координационную сферу** - совокупность частиц, непосредственно не связанных с центральным атомом и находящихся за пределами внутренней координационной сферы.

Например:  $K_4[Fe(CN)_6]$ . В данном комплексном соединении комплексообразователем является ион  $Fe^{2+}$ , лигандами – ионы  $CN^-$ , координационное число равно 6. Комплексообразователь и лиганды образуют комплексный ион  $[Fe(CN)_6]^{4-}$ , вокруг которого размещены ионы внешней сферы – ионы  $K^+$ .

$[Co(NH_3)_6]Cl_3$ . В этом соединении комплексообразователем является ион  $Co^{3+}$ , лигандами – молекулы  $NH_3$ , координационное число равно 6. Комплексообразователь и лиганды образуют комплексный ион  $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ , вокруг которого размещены ионы внешней сферы – ионы  $Cl^-$ .

Известны комплексные соединения без внешней координационной сферы, состоящие только из центрального атома - комплексообразователя и окружающих его лигандов. Таковы, например, карбонилы никеля  $Ni(CO)_4$  и

железа  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ .

Установлено, что наибольшей способностью к комплексообразованию обладают следующие частицы:

- 1) атомы с малым радиусом в высшей положительной степени окисления (например,  $\text{B}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Si}^{4+}$ );
- 2) ионы металлов, имеющие внешнюю 18-ти электронную оболочку (например,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ );
- 3) нейтральные атомы d - элементов (например,  $\text{Fe}^0$ ,  $\text{Co}^0$ ,  $\text{Ni}^0$ ).

Отметим, что ионы металлов большого размера с внешней 8-ми электронной оболочкой и малым зарядом обладают слабыми комплексообразующими свойствами. Это ионы щелочных и щелочноземельных металлов. Как правило, они располагаются во внешней сфере комплексного соединения.

В качестве лигандов в комплексных соединениях чаще всего присутствуют отрицательно заряженные ионы ( $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ ) либо полярные или легко поляризуемые молекулы ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ).

Комплексообразователь обычно имеет свободные орбитали, а лиганды - неподеленные пары электронов. Если вакантные орбитали комплексообразователя и заполненные орбитали лигандов могут перекрываться, то между ними образуется ковалентная связь за счет неподеленной пары электронов лиганда. При этом наиболее распространенными значениями координационных чисел являются 2 (для комплексообразователя с зарядом +1), 4 или 6 (для комплексообразователя с зарядом +2) и 6 (для комплексообразователя с зарядом +3).

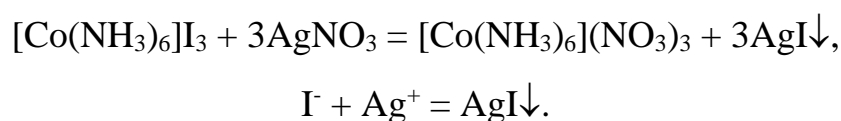
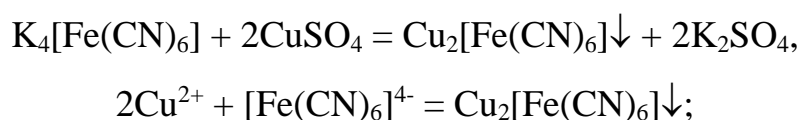
Зная частицы, образующие комплексное соединение, можно составить его химическую формулу. Например, запишем формулу комплексного соединения, состоящего из ионов  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  и  $\text{NO}_2^-$ . Первый шаг - выбор комплексообразователя. В данном случае комплексообразователем будет служить ион d - металла  $\text{Cr}^{3+}$  (ионы щелочных металлов, к которым относится ион  $\text{K}^+$ , располагаются во внешней сфере). Вторым шагом - определение лигандов

и координационного числа. В качестве лигандов в комплексном соединении чаще всего выступают отрицательно заряженные ионы, в нашем случае -  $\text{NO}_2^-$ . Заряд комплексообразователя равен 3, следовательно, наиболее вероятное значение координационного числа будет равно 6. С учетом электронейтральности образуемого соединения формула комплексного соединения запишется следующим образом  $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{NO}_2)_6]$ .

### 9.7.2. Поведение комплексных соединений в водных растворах

Химическая связь между внутренней и внешней сферами комплексного соединения является электростатической, а между комплексообразователем и лигандами, как правило, донорно - акцепторной, причем лиганды являются донорами электронных пар, а центральные атомы - акцепторами этих пар.

Ионы внешней сферы комплексного соединения подвижны и вступают в обменные реакции:



Следует иметь в виду, что хотя лиганды, входящие в состав внутренней координационной сферы, связаны с комплексообразователем гораздо более прочными связями, чем ионы внешней сферы, все же прочность этих связей ограничена.

Количественно способность комплексного иона к диссоциации в растворе (устойчивость комплекса) характеризуется величиной **константы**

**нестойкости.** Ее можно получить, применив закон действующих масс к равновесию диссоциации комплексного иона.

Рассмотрим, например, раствор, содержащий комплексные ионы  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , которые создают некоторую равновесную концентрацию ионов меди и молекул аммиака:



Константа нестойкости в этом случае приобретает вид:

$$K_{\text{н}} = \frac{C(\text{Cu}^{2+}) \cdot C^4(\text{NH}_3)}{C([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+})}.$$

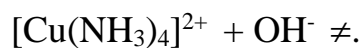
Константа нестойкости характеризует устойчивость комплекса, зависящую от прочности связи между нейтральным атомом и лигандами. Чем меньше значение константы нестойкости комплексного иона, тем он более прочен и устойчив в водном растворе.

Так, приливание щелочи к растворам солей  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  и  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  приведет к образованию осадка гидроксида меди только в одном случае.

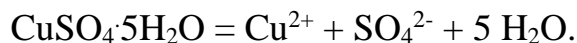
Комплексная соль  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  диссоциирует в водном растворе на комплексный ион и внешнюю сферу:



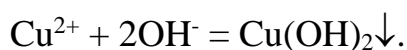
Комплексный ион  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  достаточно прочен, равновесной концентрации ионов  $\text{Cu}^{2+}$ , образующихся при его частичной диссоциации, недостаточно для протекания реакции образования осадка гидроксида меди:



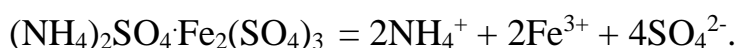
Соль  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  не является комплексной и в водном растворе диссоциирует на все составляющие ее частицы:



Наличие в растворе несвязанных ионов  $\text{Cu}^{2+}$  обеспечивает образование осадка при добавлении щелочи:



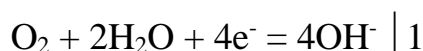
Существуют комплексные соединения, константа нестойкости для которых так велика, что они практически полностью распадаются в водных растворах на все составляющие их частицы. Например, железоаммониевые квасцы  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  не образуют устойчивый комплексный ион. В разбавленном водном растворе это соединение полностью диссоциирует на все составляющие его ионы:



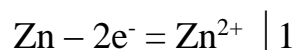
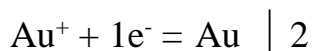
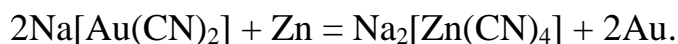
Подобные соединения с малоустойчивой внутренней сферой получили название двойных солей. В концентрированных водных растворах двойные соли наряду с простыми ионами содержат и комплексные ионы. Это свидетельствует о том, что резкой границы между комплексными и двойными солями нет. Двойная соль отличается от комплексной лишь степенью диссоциации комплексного иона: у двойной она практически полная, у комплексной - незначительная.

Отметим важное практическое значение комплексообразования для

промышленного извлечения золота из отвалов обогатительных фабрик. Соответствующий процесс реализуется при выщелачивании золота цианидными растворами. Золото – химически инертный металл, перевести его в водный раствор достаточно трудно. Однако это удается осуществить при орошении золотосодержащих отвалов цианидным раствором. Происходящий процесс комплексообразования уменьшает окислительно-восстановительный потенциал золота и металл окисляется кислородом воздуха, переходя при этом в растворимое соединение:



Из цианидного раствора золото вытесняют более активным металлом:



## 9.8. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Обозначая электроны точками, приведите льюисовы символы атомов следующих элементов: Ca, Se, Br, B.
2. Предскажите химическую формулу соединения, образуемого следующими парами элементов: а) Zn и O, б) K и Se, в) Al и S, г) Zn и F, д) Sr и Br.
3. Приведите валентную структуру следующих молекул: SiH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, CO, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CS<sub>2</sub>.
4. Укажите, к какому типу (ионному или ковалентному) принадлежат

следующие вещества:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{FeO}$ .

5. Определите, какие гибридные орбитали используются атомом углерода для образования химических связей в следующих соединениях: а)  $\text{CH}_4$ , б)  $\text{C}_2\text{H}_6$ , в)  $\text{C}_2\text{H}_2$ , г)  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

6. Поясните, что понимают под термином «перекрывание» атомных орбиталей.

7. Как могут перекрываться две атомарные p – орбитали при образовании молекулярной орбитали  $\sigma$  - или  $\pi$  - типа? Приведите соответствующий рисунок.

8. Почему связывающая молекулярная орбиталь, образованная атомными орбиталями двух взаимодействующих атомов, имеет более низкую энергию, чем исходные атомные орбитали?

9. Объясните, почему удаление электрона из молекулы  $\text{O}_2$  делает связь в ней более прочной, тогда как удаление электрона из молекулы  $\text{N}_2$  ослабляет в ней связь.

10. Назовите различия между следующими понятиями: а) локализованные и делокализованные связи, б) гибридные и негибридные орбитали, в)  $\sigma$ - и  $\pi$  - молекулярные орбитали.

11. Напишите уравнение диссоциации комплексной соли, заключив внутреннюю сферу в квадратные скобки:  $\text{Cr}(\text{SCN})_3 \cdot 5\text{NH}_3$ .

12. Запишите выражение для константы нестойкости следующего комплексного соединения:  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_2$ .

13. В растворе какой соли образуется осадок при добавлении щелочи:  $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$  или  $\text{HgF}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ?

14. Напишите уравнения реакций ионного обмена, в результате которых образуются нерастворимые комплексные соединения:  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{CuSO}_4$ ;  $\text{CoCl}_2 + (\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$ .

## Глава 10

# ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

### 10.1. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

Во многих химических реакциях происходит изменение степени окисления атомов или ионов, образующих молекулы взаимодействующих веществ. Такие реакции относят к окислительно – восстановительным.

Степень окисления атома в химическом соединении - это условный заряд, которым обладал бы этот атом при полном смещении электронов, образующих химическую связь, к более электроотрицательному из взаимодействующих атомов.

Степень окисления атомов одного элемента в разных соединениях может быть различной. Когда химическая связь образована одинаковыми атомами, как, например, в молекуле  $H_2$ , электроны распределяются между ними без преимущественного смещения к одному из них. Поэтому степень окисления каждого атома водорода в молекуле  $H_2$  равна нулю.

Для определения степени окисления необходимо исходить из следующих положений:

1. Степень окисления атомов простых веществ равна нулю. Так, в  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $N_2$ ,  $Al$ ,  $Fe$  степень окисления атомов равна нулю, поскольку преимущественного смещения электронов, участвующих в образовании связи, не происходит.

2. В химических соединениях более электроотрицательным элементам приписывают отрицательные степени окисления, а менее электроотрицательным - положительные. Абсолютная величина степени окисления при-



близительно соответствует валентности элемента, или числу электронных пар, обобществляемых в связях, которые образует атом.

Например, водород в химических соединениях имеет степень окисления +1. Так, в HCl водороду приписывается степень окисления +1, а хлору степень окисления -1. Для водорода возможна отрицательная степень окисления -1, когда он связан с менее электроотрицательным элементом, как, например, в гидридах щелочных металлов NaH, LiH и т.п.

3. В любой молекуле сумма положительных и отрицательных степеней окисления всех атомов равна нулю. Например, в CO<sub>2</sub> кислороду приписывается степень окисления -2, поскольку он более электроотрицательный элемент. Следовательно, углероду нужно приписать степень окисления +4.

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева позволяет найти закономерности, с помощью которых можно определять степени окисления элементов. Степени окисления элементов испытывают периодические изменения. Все щелочные металлы (главная подгруппа первой группы элементов) имеют в соединениях степень окисления +1. Эти металлы образуют химические связи с другими элементами, теряя один электрон. Элементы второй группы в химических соединениях находятся в состоянии окисления +2. В третьей группе наиболее часто встречающийся в природе элемент алюминий в соединениях всегда проявляет степень окисления +3.

Наиболее электроотрицательный элемент фтор проявляет степень окисления -1. Другие неметаллы имеют отрицательные степени окисления во всех случаях, когда они связаны с менее электроотрицательным элементом. Кислород всегда встречается в состоянии окисления -2 (исключения - фторид кислорода OF<sub>2</sub> и перекись водорода H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. В первом из этих соединений степень окисления кислорода +2, во втором, как и в других пероксидах, -1).

При обсуждении окислительно - восстановительных реакций принято считать вещество, понижающее степень окисления образующих его частиц, окислителем. Окислитель обладает повышенным сродством к электрону. Поскольку окислитель присоединяет электроны, он восстанавливается, т.е.

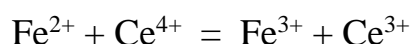
уменьшает свою степень окисления.

Аналогично вещество, которое отдает электроны, т.е. повышает степень окисления образующих его атомов или ионов, называется восстановителем.

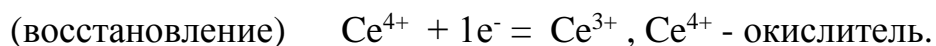
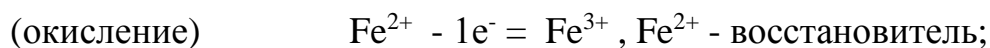
### 10.1.1. Составление уравнений методом окислительно - восстановительных полуреакций

В окислительно - восстановительных реакциях процессы окисления и восстановления происходят совместно: если одно вещество присоединяет электроны и тем самым восстанавливается, то другое вещество должно отдавать электроны и, следовательно, окисляться. Окисление и восстановление идут одновременно, один из этих процессов не может происходить без другого. Тем не менее удобно рассматривать каждый из них отдельно.

Например, реакцию окисления иона  $Fe^{2+}$  ионом  $Ce^{4+}$ :



можно представить как совокупность двух процессов. Один из них – окисление  $Fe^{2+}$ , другой - восстановление  $Ce^{4+}$  :

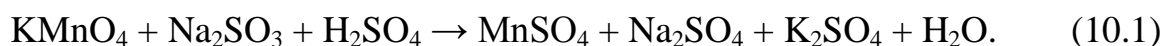


Такие уравнения, описывающие только окисление или только восстановление, называются полуреакциями. Число электронов, теряемое в процессе окисления, т. е. в полуреакции окисления, должно быть равно числу электронов, приобретаемых в полуреакции восстановления. Если это условие выполнено, при суммировании полуреакций может быть получено стехиометрически сбалансированное уравнение окислительно - восстановительной

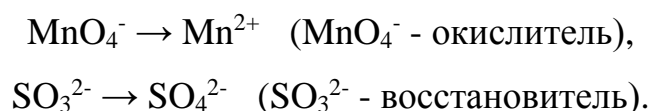
реакции.

На практике для уравнивания окислительно - восстановительных реакций применяется несколько методов, различающихся уровнем сложности и количеством дополнительно подбираемых стехиометрических коэффициентов. Более часто применяется так называемый ионно - электронный метод или метод полуреакций. Суть метода заключается в том, что окислитель, восстановитель, среду реакции и продукты взаимодействия записывают в виде ионов, если они - сильные электролиты. Процессы окисления и восстановления при этом рассматривают в виде полуреакций.

В качестве примера составим уравнение реакции между перманганатом калия и сульфитом натрия, протекающей в кислой среде:



Для расстановки коэффициентов в уравнении реакции (10.1), выполним следующие действия. Сначала запишем в виде схемы две полуреакции, в одной из которых участвует окислитель, а в другой - восстановитель:



Затем уравниваем по отдельности каждую полуреакцию. При этом сначала уравниваем число атомов, подвергающихся окислению или восстановлению, затем остальные элементы и, наконец, заряды. Если реакция проводится в кислом водном растворе, к реагентам добавляют ионы  $\text{H}^+$  и молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ , чтобы уравнивать число атомов водорода и кислорода. Аналогично, для реакции в щелочной среде, при составлении полных полуреакций прибавляют  $\text{OH}^-$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Соответствующее правило отражено в таблице (10.1).

В полуреакции для перманганат – иона в обеих частях уравнения есть по одному атому марганца. Однако в левой части содержатся четыре атома

кислорода, тогда как в правой части нет ни одного. Чтобы уравнять четыре атома кислорода, содержащиеся в  $\text{MnO}_4^-$ , следует ввести в число продуктов четыре молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ :

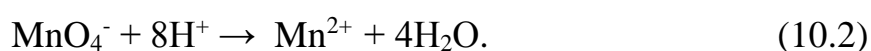


Таблица 10.1

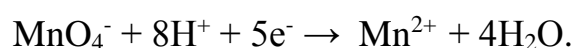
**Добавление и связывание ионов кислорода при составлении полуреакций окисления – восстановления**

Характер среды	Добавление ионов $\text{O}^{2-}$	Связывание ионов $\text{O}^{2-}$
кислая	$\text{H}_2\text{O} = \text{O}^{2-} + 2\text{H}^+$	$\text{O}^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$
нейтральная	$\text{H}_2\text{O} = \text{O}^{2-} + 2\text{H}^+$	$\text{O}^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{OH}^-$
щелочная	$2\text{OH}^- = \text{O}^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{O}^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{OH}^-$

Для того чтобы уравнять восемь атомов водорода, которые появились после предыдущей операции среди продуктов, добавим к исходным реагентам  $8\text{H}^+$ :

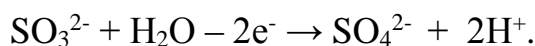


На этой стадии в обеих частях полуреакции (10.2) содержится равное число атомов каждого элемента, но необходимо уравнять и заряды. Суммарный заряд реагентов в левой части составляет  $+8 + (-1) = +7$ , заряд продуктов равен  $+2 + 4 \cdot (0) = +2$ . Чтобы уравнять заряды, к левой части полуреакции (10.2) надо добавить пять электронов:



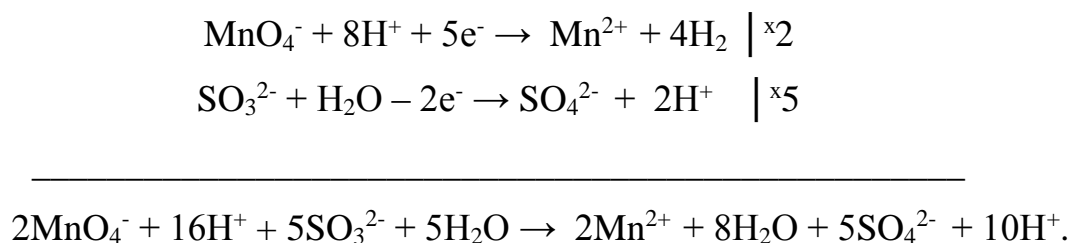
Выполнив аналогичные действия для сульфит - иона, придем к следу-

ющей полуреакции окисления:

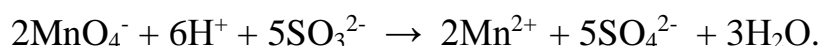


На последней стадии уравнение каждой полуреакции умножают на такой множитель, чтобы число электронов, присоединяемое в одной полуреакции, совпало с числом электронов, отдаваемых в другой полуреакции. Затем полуреакции суммируют и получают сбалансированное уравнение полной реакции.

В рассматриваемом примере полуреакцию с перманганат - ионом следует умножить на 2, а полуреакцию с сульфит - ионом умножить на 5. Полное сбалансированное уравнение представляет собой сумму полуреакций:



После сокращения в левой и правой части суммарного уравнения ионов водорода и молекул воды получим:



Теперь запишем полное уравнение окислительно-восстановительной реакции в молекулярной форме:



Отметим, что уравнение составлено верно, если число атомов каждого химического элемента в левой и правой части уравнения совпадает.

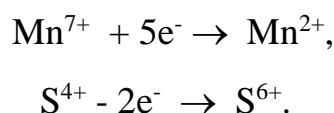
Метод полуреакций - не единственный метод уравнивания окисли-

тельно – восстановительных взаимодействий. Отметим другой распространенный метод, называемый методом электронного баланса. В качестве примера рассмотрим ту же реакцию перманганата калия с сульфитом натрия в кислой среде.

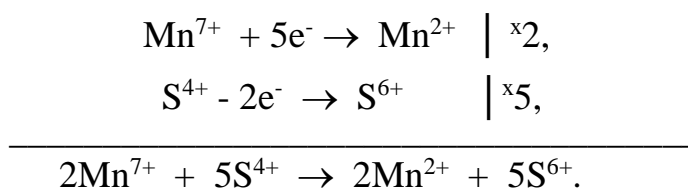
Для уравнивания реакции методом электронного баланса, поступают следующим образом:

1. Определяют степень окисления каждого элемента в обеих частях уравнения для выяснения, какие элементы подвергаются окислению и восстановлению. В рассматриваемом примере степень окисления марганца изменяется от +7 в  $\text{MnO}_4^-$  до +2 в  $\text{Mn}^{2+}$ , а степень окисления серы изменяется от +4 в  $\text{SO}_3^{2-}$  до +6 в  $\text{SO}_4^{2-}$ .

2. Определяют изменение степени окисления каждого элемента при окислении или восстановлении. Эти изменения представляют в виде схемы:



3. С учетом установленных изменений степеней окисления, уравнивают число электронов, отдаваемых ионом  $\text{S}^{4+}$  (восстановитель), и число электронов, присоединяемых ионом  $\text{Mn}^{7+}$  (окислитель):



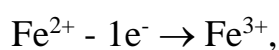
4. После определения коэффициентов для окислителя и восстановителя, методом подбора уравнивают число атомов остальных элементов.

В рассмотренном примере итоговое уравнение реакции идентично тому, что было получено методом полуреакций (ионно – электронным методом).

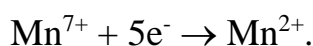
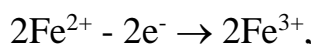
Однако метод полуреакций менее трудоемок в плане дополнительного уравнения ионов, сохраняющих степень окисления, и, кроме этого, позволяет подбирать среду реакции, если она заранее не известна.

Отметим, если в каждой из окислительно - восстановительных пар (в каждой из полуреакций) переносится одинаковое число электронов, то реакцию называют комплементарной, если неодинаковое - некомплементарной.

**Комплементарная реакция:**



**Некомплементарная реакция:**



Некомплементарные окислительно - восстановительные реакции обычно медленнее комплементарных, так как в случае некомплементарного взаимодействия механизм реакции более сложный, связанный с образованием промежуточных соединений.

Те реакции, в которых окисленная и восстановленная формы отличаются только числом электронов, проходят быстро. Медленно протекают окислительно - восстановительные реакции, в которых перенос электронов осуществляется атомами или группами атомов и сопровождается их перегруппировкой, например, реакции с участием перманганат ( $\text{MnO}_4^-$ ) или бихромат ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) - ионов. Некоторые реакции по этой причине практически не идут, например, реакция с участием пары  $\text{ClO}_4^-/\text{Cl}^-$ , так как скорость ее чрез-

вычайно мала из - за необходимости разрушить устойчивую структуру иона  $\text{ClO}_4^-$ .

## 10.2. ОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ

Любой контакт поверхности металла с раствором электролита сопровождается распределением зарядов в виде двойного электрического слоя. При этом возникающая разность потенциалов на границе металл - электролит определяется следующими процессами:

1) ионизация металла с образованием положительных ионов и свободных электронов («электронный газ»):

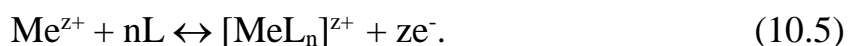


Данный процесс обусловлен особым строением кристаллической решетки металла, в узлах которой расположены катионы, находящиеся в равновесии со свободными электронами внешних электронных оболочек;

2) сольватация катионов при взаимодействии с молекулами  $L$  растворителя:



Суммарный процесс можно представить следующей реакцией:



Каждому из процессов (10.3) и (10.4) соответствует свой тепловой эффект. Так, диссоциация протекает с поглощением энергии  $U_d$ , а сольватация с выделением  $U_{\text{solv}}$ . Поэтому соотношение  $U_d / U_{\text{solv}}$  фактически определяет направление результирующего процесса (10.5). Например, когда  $U_{\text{solv}} > U_d$ ,



происходит переход катионов металла в раствор.

Переход катионов в раствор характерен для активных металлов, например, для Zn, Cd, Fe. При этом раствор около поверхности металла приобретает избыточный положительный заряд, а поверхность металла - отрицательный; на границе металл – раствор возникает скачок потенциала. По мере увеличения концентрации катионов в растворе у поверхности металла выход ионов из металла уменьшается, а процесс их обратной адсорбции из раствора, наоборот, интенсифицируется. При равенстве скоростей этих процессов устанавливается динамическое равновесие.

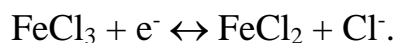
Сольватированные (гидратированные – в случае водных растворов) катионы металла в растворе и оставшиеся в кристаллической решетке электроны образуют двойной электрический слой. Изменение потенциала  $\phi$  в этом слое суммарно складывается из скачка потенциала  $\psi$  в слое жестко ориентированных катионов у поверхности металла (так называемый адсорбционный слой) и скачка потенциала  $\psi'$  в менее упорядоченном размытом слое (так называемый диффузный слой):  $\phi = \psi + \psi'$ .

В противоположность рассмотренному случаю, из менее активных металлов, таких как Au, Ag, Cu катионы в раствор практически не переходят. Для этих металлов  $U_{\text{solv}} < U_d$ . Поэтому, если, например, металлическое серебро контактирует с раствором собственной соли, преобладает переход катионов серебра из раствора на поверхность металла. В результате поверхность металла заряжается положительно, а прилегающий к ней раствор – отрицательно.

Отметим существование еще одного механизма образования скачка потенциала. Двойной электрический слой также образуется при контакте инертного металла, например, Pt с раствором, содержащим окисленную или восстановленную форму какого - либо соединения.

Так, ион  $\text{Fe}^{3+}$  в растворе  $\text{FeCl}_3$  в отсутствие восстановителей не может проявить окислительной способности. Однако, если в раствор поместить ме-

таллическую платину, то катион  $\text{Fe}^{3+}$  способен отнять от поверхности металла один электрон и восстановиться до состояния  $\text{Fe}^{2+}$  :



В результате поверхность платины приобретает положительный заряд, а прилегающий слой раствора – отрицательный за счет избытка ионов  $\text{Cl}^-$ . Возникающий положительный потенциал на платине будет тем выше, чем больше окислительная способность катиона металла в растворе. В общем случае этот потенциал определяется соотношением концентраций окисленной и восстановленной формы ионов в растворе и характеризует окислительно - восстановительную активность системы, например:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}/\text{Pt}$ . Такой потенциал называют окислительно - восстановительным потенциалом.

Следует помнить, что во всех рассмотренных выше случаях причиной возникновения скачка потенциала является именно окислительно - восстановительный процесс на поверхности металла, погруженного в раствор электролита. Следовательно, значение этого потенциала также характеризует окислительно - восстановительные свойства системы.

Г. Нернст, изучая потенциалы различных электродных систем, установил, что величина этих потенциалов определяется следующими факторами:

- 1) природой веществ, составляющих окислительно - восстановительную систему (каждое вещество характеризуется своим значением потенциала);
- 2) соотношением между активностями (концентрациями) этих веществ;
- 3) температурой системы.

Соответствующая зависимость выражается уравнением, носящем имя автора - **Г. Нернста**:

$$E_{\text{Ox/Red}} = E_{\text{Ox/Red}}^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{a_{\text{Ox}}}{a_{\text{Red}}}, \quad (10.6)$$

где  $E^0$  - стандартный электродный потенциал;  $n$  - число электронов, принимающих участие в электродном процессе;  $R$  - универсальная газовая постоянная;  $T$  - температура;  $F$  - постоянная Фарадея;  $a_{\text{Ox}}$ ,  $a_{\text{Red}}$  - активности окисленной и восстановленной форм компонентов системы.

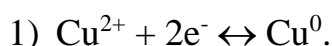
Физический смысл величины  $E^0$  вытекает из уравнения (10.6): стандартный электродный потенциал – это потенциал системы при активности всех ее компонентов, равных единице. При выполнении данного условия  $a_{\text{Ox}} = a_{\text{Red}} = 1$ , получаем  $\lg 1 = 0$  и  $E = E^0$ .

В том случае, если отдельные компоненты системы находятся в твердом состоянии или представляют собой газы, парциальное давление которых составляет одну атмосферу, их можно исключить из уравнения Нернста, т.к. их активности равны единице. Активности остальных компонентов следует возвести в степень, равную соответствующему стехиометрическому коэффициенту в уравнении окислительно - восстановительной реакции.

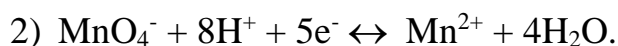
Отметим, что на практике для удобства в уравнение Нернста записывают молярные концентрации компонентов, а не их активности. Также часто постоянные величины объединяют в одну константу. Тогда для комнатной температуры (25 °C) уравнение Нернста принимает вид:

$$E_{\text{Ox/Red}} = E_{\text{Ox/Red}}^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{C_{\text{Ox}}}{C_{\text{Red}}}.$$

Рассмотрим в качестве примера общий вид уравнения Нернста для различных систем:



$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0} = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0}^0 + \frac{0,059}{2} \lg C(\text{Cu}^{2+}).$$



$$E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^0 + \frac{0,059}{5} \lg \frac{C(\text{MnO}_4^-) \cdot C^8(\text{H}^+)}{C(\text{Mn}^{2+})}.$$

Часто на ход окислительно - восстановительного процесса оказывает большое влияние характер среды. Иногда влияние среды на ход окислительно - восстановительного процесса так велико, что некоторые реакции могут осуществляться только в кислой или щелочной среде.

От pH среды нередко зависит и количество электронов, присоединяемых молекулой (ионом) окислителя или отдаваемых молекулой (ионом) восстановителя. Так, например, перманганат калия  $\text{KMnO}_4$  при диссоциации в водных растворах образует ионы  $\text{MnO}_4^-$ . Эти ионы, выступая в роли окислителя, в кислой среде восстанавливаются с образованием иона  $\text{Mn}^{2+}$ , в сильнощелочной - с образованием  $\text{MnO}_4^{2-}$  - иона, в слабощелочной и нейтральной - с образованием молекул  $\text{MnO}_2$ .

Обычно при анализе окислительно - восстановительного процесса его разбивают на две полуреакции:

1) восстановительную, включающую ион (атом) - восстановитель, вместе со своей окисленной формой;

2) окислительную, включающую ион (атом) - окислитель, вместе со своей восстановленной формой.

Часто полуреакции включают не только атомы, изменяющие свою степень окисления, но и взаимодействующие с ними ионы  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  среды. Любая полуреакция, являющаяся в одной окислительно - восстановительной реакции окислительной, может выступить в другой реакции в роли восстановительной.

Для решения вопроса, может ли одна полуреакция по отношению к другой полуреакции выступить в качестве восстановительной или окисли-

тельной, используют таблицу стандартных электродных потенциалов (табл. 10.2).

Таблица 10.2

**Значения стандартных электродных потенциалов**

Окислительно – восстановительная полуреакция	$E^0$ , В
$Ag^+ + e^- \leftrightarrow Ag$	+0,799
$Al^{3+} + 3e^- \leftrightarrow Al$	-1,66
$Ba^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Ba$	-2,90
$Br_2 + 2e^- \leftrightarrow 2Br^-$	+1,065
$Ca^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Ca$	-2,87
$Cd^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Cd$	-0,403
$Ce^{4+} + e^- \leftrightarrow Ce^{3+}$	+1,61
$Cl_2 + 2e^- \leftrightarrow 2Cl^-$	+1,359
$Co^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Co$	-0,277
$Co^{3+} + e^- \leftrightarrow Co^{2+}$	+1,842
$Cr^{3+} + 3e^- \leftrightarrow Cr$	-0,74
$Cu^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Cu$	+0,37
$Fe^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Fe$	-0,440
$Fe^{3+} + e^- \leftrightarrow Fe^{2+}$	+0,771
$2H^+ + 2e^- \leftrightarrow H_2$	0,000
$Hg_2^{2+} + 2e^- \leftrightarrow 2Hg$	+0,789
$2Hg^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Hg_2^{2+}$	+0,920
$Hg^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Hg$	+0,854
$Li^+ + e^- \leftrightarrow Li$	-3,05
$Mg^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Mg$	-2,37
$Mn^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Mn$	-1,18
$Na^+ + e^- \leftrightarrow Na$	-2,71

$\text{Ni}^{2+} + 2e^- \leftrightarrow \text{Ni}$	-0,28
$\text{Pb}^{2+} + 2e^- \leftrightarrow \text{Pb}$	-0,126
$\text{Sn}^{2+} + 2e^- \leftrightarrow \text{Sn}$	-0,136
$\text{Zn}^{2+} + 2e^- \leftrightarrow \text{Zn}$	-0,763

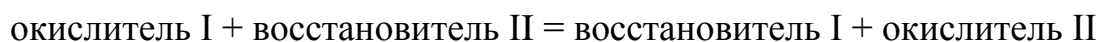
В таблице 10.2 каждая из окислительно - восстановительных полуреакций охарактеризована величиной стандартного электродного потенциала при 25 °С. Чем больше значение потенциала  $E^\circ$ , тем выше окислительная способность. Окисленная форма иона (атома) в полуреакции, имеющей более высокое значение  $E^\circ$ , может принимать электроны от восстановленной формы другого иона (атома) из полуреакции, имеющей меньшее значение  $E^\circ$ . После перехода электронов окисленная форма иона (атома) в первой полуреакции (высшая степень окисления) превращается в восстановленную форму (низшая степень окисления), а восстановленная форма иона (атома) второй полуреакции - в окисленную. Например, ионы  $\text{MnO}_4^-$  в кислой среде ( $E^\circ = 1,51 \text{ В}$ ) могут служить окислителями для хлорид - ионов  $\text{Cl}^-$  ( $E^\circ = 1,36 \text{ В}$ ), превращая их в молекулы  $\text{Cl}_2$ , переходя при этом в ионы  $\text{Mn}^{2+}$ .

Потенциалы полуреакций указывают, насколько легко окисляются или восстанавливаются соответствующие частицы. Чем более положительна величина  $E^\circ$  для полуреакции, тем больше тенденция к протеканию этой полуреакции в том направлении, в котором она записана.

К наиболее распространенным окислителям относятся галогены, кислород и такие анионы, как, например,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$  и  $\text{NO}_3^-$ , в которых центральный атом имеет высокую положительную степень окисления. В качестве окислителей иногда также используются ионы металлов с высокими положительными степенями окисления, как, например,  $\text{Ce}^{4+}$ , который легко восстанавливается до  $\text{Ce}^{3+}$ .

В качестве восстановителей часто используются водород  $\text{H}_2$  и многие металлы. Растворы восстановителей трудно хранить длительное время, поскольку они взаимодействуют с присутствующим в воздухе  $\text{O}_2$ , являющимся хорошим окислителем.

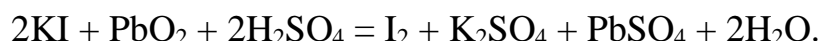
Разность между стандартными потенциалами полуреакций определяет возможность протекания интересующей реакции. Предположим, речь идет об осуществлении окислительно - восстановительного взаимодействия:



с известными потенциалами  $E^0_{(\text{окислитель I} / \text{восстановитель I})}$  и  $E^0_{(\text{окислитель II} / \text{восстановитель II})}$ .

Решить вопрос о возможности протекания данного взаимодействия можно путем сравнения величины потенциала полуреакции, используемой в качестве окислительной ( $E^0_{(\text{окислитель I} / \text{восстановитель I})}$ ) и потенциала полуреакции, используемой в качестве восстановительной ( $E^0_{(\text{окислитель II} / \text{восстановитель II})}$ ). Реакция будет протекать в прямом направлении (слева направо) при большем потенциале первой полуреакции. Если же для первой полуреакции потенциал меньше, предполагаемая реакция не пойдет; принципиально возможной будет обратная реакция.

Например, выясним, в каком направлении будет протекать реакция между диоксидом свинца  $\text{PbO}_2$  и иодидом калия  $\text{KI}$  в кислой среде:



Для ответа на поставленный вопрос сравним величины соответствующих окислительно – восстановительных потенциалов:  $E^0(\text{PbO}_2/\text{Pb}) = + 1,68 \text{ В}$ ;  $E^0(\text{I}_2/2\text{I}^-) = + 0,53 \text{ В}$ . Первый потенциал больше, следовательно, окислителем будет выступать  $\text{PbO}_2$ , а рассматриваемая реакция будет протекать слева направо.

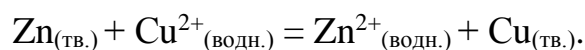
### 10.3. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

В принципе энергию, выделяющуюся в любой самопроизвольной окислительно-восстановительной реакции, можно непосредственно исполь-

зовать для выполнения электрической работы. Это осуществлено в гальваническом элементе, представляющем собой устройство, в котором перенос электронов происходит по внешнему пути, а не непосредственно между реагентами.

Одна из таких самопроизвольных реакций происходит, если кусочек цинка поместить в раствор, содержащий ионы  $\text{Cu}^{2+}$ . При протекании этой реакции голубая окраска раствора, характерная для ионов  $\text{Cu}^{2+}$ , исчезает, и на поверхности цинка начинает осаждаться металлическая медь. Одновременно происходит растворение цинка.

Эти превращения описываются уравнением:



На рис. 10.1 показан гальванический элемент, в котором используется данная окислительно - восстановительная реакция между Zn и  $\text{Cu}^{2+}$ . На ри-

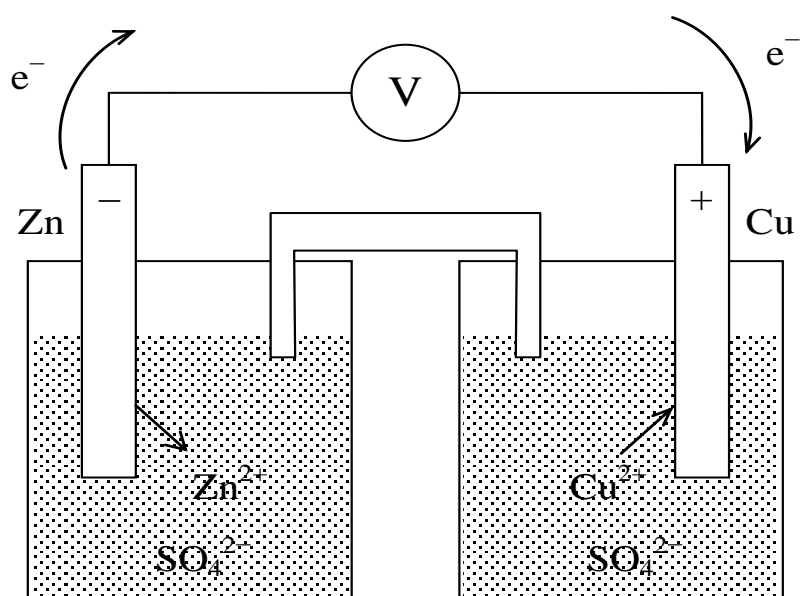


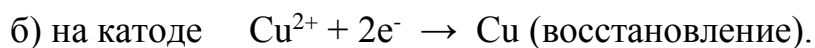
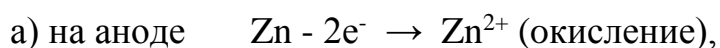
Рис. 10.1. Медно – цинковый гальванический элемент



сунке видно, что металлический цинк и  $\text{Cu}^{2+}_{(\text{водн.})}$  не находятся в непосредственном контакте друг с другом. Следовательно,  $\text{Cu}^{2+}$  может восстанавливаться только в результате перетекания электронов по проводнику, соединяющему цинковый и медный электроды (т. е. по внешней цепи).

По определению электрод, на котором происходит окисление, называется анодом, а электрод, на котором происходит восстановление, называется катодом. Чтобы запомнить эти определения, полезно воспользоваться следующим мнемоническим правилом: слова «окисление» и «анод» начинаются с гласных букв, а «восстановление» и «катод» - с согласных.

В рассматриваемом примере Zn является анодом, а Cu - катодом:



Гальванический элемент можно рассматривать как устройство, состоящее из двух полуэлементов. Один из них соответствует процессу окисления, а другой - процессу восстановления. При окислении металлического цинка на аноде появляются свободные электроны. Они перемещаются по внешней цепи к катоду, где происходит их поглощение ионами  $\text{Cu}^{2+}$ . Электроны самопроизвольно перемещаются от отрицательного электрода к положительному, следовательно, анод является отрицательным электродом, а катод - положительным.

Во время работы гальванического элемента, изображенного на рис. 10.1, окисление Zn приводит к появлению дополнительных ионов  $\text{Zn}^{2+}$  в анодном пространстве элемента. Если не провести нейтрализацию их положительного заряда, дальнейшее окисление приостановится. Подобно этому восстановление  $\text{Cu}^{2+}$  вызывает появление избыточного отрицательного заряда в растворе в катодном пространстве. Избежать накопления избыточных зарядов в приэлектродном пространстве можно, используя «солевой мостик». Солевой мостик представляет собой U - образную трубку, содержащую раствор какого

- либо сильного электролита ( $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), ионы которого не реагируют с другими ионами в гальваническом элементе, а также с материалами, из которых сделаны электроды. Концы U - образной трубки закрывают фильтровальной бумагой, чтобы при перевертывании трубки электролит не вылился из нее.

При протекании на электродах процессов окисления и восстановления ионы из солевого мостика проникают в анодное и катодное пространство гальванического элемента и нейтрализуют избыточные заряды.

### **10.3.1. Электродвижущая сила (ЭДС) гальванического элемента**

Перемещение электронов по внешней цепи гальванического элемента обусловлено так называемой электродвижущей силой (сокращенно ЭДС) элемента. ЭДС измеряется в единицах электрического напряжения (вольтах) и иначе называется напряжением, или потенциалом, гальванического элемента. Один вольт представляет собой ЭДС, необходимую для того, чтобы заряд в 1 Кл приобрел энергию в 1 Дж:  $1\text{В} = 1\text{ Дж/Кл}$ .

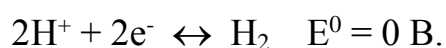
Точное измерение ЭДС гальванического элемента требует применения специальных приборов. Эти измерения выполняют таким образом, чтобы через гальванический элемент протекал ничтожно малый ток. Если допустить протекание значительного тока, кажущееся напряжение гальванического элемента понижается, так как он обладает внутренним сопротивлением. Кроме этого, вокруг электродов произойдет изменение концентраций ионов, что вызовет изменение электродных потенциалов.

ЭДС, создаваемая гальваническим элементом, обозначается буквой E. Если гальванический элемент работает при стандартных условиях, то он создает стандартную ЭДС, обозначаемую символом  $E^\circ$ . Напомним, что стандартным условиям соответствуют 1 моль/л концентрация реагентов и продуктов в растворах и давление в 1 атм для газообразных участников реакций.

Медно - цинковый гальванический элемент в стандартных условиях создает ЭДС величиной 1,10 В.

ЭДС любого гальванического элемента зависит от протекающей в нем реакции, от концентраций реагентов и продуктов, от температуры.

Непосредственное измерение потенциалов анода и катода по отдельности невозможно. Однако, если одной полуреакции условно приписать стандартный электродный потенциал, то стандартные потенциалы других полуреакций можно определять относительно этого условного эталона. В качестве такого условного эталона выбрана полуреакция, соответствующая восстановлению ионов  $H^+$  с образованием молекул  $H_2$ . Ей условно приписывается стандартный потенциал, равный 0 В:



Гальванический элемент, в котором протекает реакция, например, между Zn и  $H^+$ , характеризуется окислительно – восстановительным процессом:



Окисление цинка происходит в анодном, а восстановление  $H^+$  - в катодном отделении. В подобном гальваническом элементе работающий при стандартных условиях ( $C(H^+) = 1$  моль/л и  $P(H_2) = 1$  атм.) стандартный водородный электрод состоит из платиновой проволоки и платиновой фольги, покрытой тонко измельченной платиной – платиновой чернью. Электрод заключен в стеклянную трубку, в которой собирается газообразный водород, выделяющийся над поверхностью платины.

Описанный гальванический элемент создает стандартную ЭДС  $E^0 = 0,76$  В. Принимая во внимание потенциал стандартного водородного

электрода ( $E^0 = 0$ ), можно вычислить стандартный потенциал Zn:

$$E^0_{\text{элемента}} = E^0_{\text{катод}} - E^0_{\text{анод}}, \quad 0,76 \text{ В} = 0 - E^0_{\text{анод}}.$$

Таким образом, цинку приписывается стандартный потенциал, составляющий - 0,76 В.

Стандартные потенциалы других электродных полуреакций устанавливаются путем измерений ЭДС гальванических элементов аналогичным образом.

Данные об электродных потенциалах приведены в табл. 10.2. Комбинируя между собой соответствующие реакции, можно по их электродным потенциалам вычислять стандартные ЭДС самых разнообразных гальванических элементов.

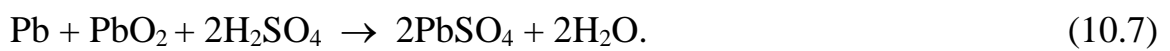
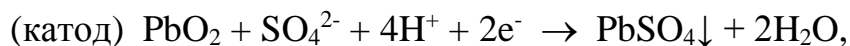
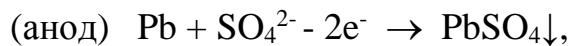
### 10.3.2. Гальванические элементы, применяемые на практике

Гальванические элементы получили широкое применение как удобные источники энергии, важным достоинством которых является компактность. Для создания гальванического элемента в принципе подходит любая самопроизвольная окислительно - восстановительная реакция. Лабораторные образцы гальванических элементов с солевым мостиком позволяют понять принцип действия электрохимического элемента. Однако они неудобны для практического использования.

Ниже рассмотрено устройство распространенных электрических батарей, применяемых на практике. Электрическая батарея, как правило, представляет собой несколько соединенных друг с другом гальванических элементов. При последовательном соединении нескольких гальванических элементов ЭДС батареи равна сумме ЭДС отдельных элементов.

## Свинцовая аккумуляторная батарея

Одним из вариантов широко применяемых гальванических элементов является свинцовая аккумуляторная батарея. Свинцовая аккумуляторная батарея напряжением 12 В, используемая в автомобилях, состоит из шести гальванических элементов, каждый из которых дает напряжение 2 В. Анод такого элемента выполнен из свинца, а катод - из диоксида свинца  $\text{PbO}_2$ , заполняющего металлическую решетку. Оба электрода погружены в серную кислоту. В процессе разрядки батареи в ней протекают электродные реакции:



Между  $\text{Pb}$  и  $\text{PbO}_2$  не должно быть прямого физического контакта. Чтобы предотвратить соприкосновение электродов, между ними помещают перегородки из стекловолокна. Для повышения силы снимаемого тока в каждом элементе помещено несколько анодных и катодных пластин.

Из уравнения (10.7) видно, что в процессе разряда свинцовой аккумуляторной батареи расходуется серная кислота. Концентрированная серная кислота имеет высокую плотность, но в процессе разрядки батареи плотность электролита уменьшается.

Электролит в свежезаряженной батарее имеет плотность 1,25 - 1,30 г/см<sup>3</sup>. Если его плотность становится ниже 1,20 г/см<sup>3</sup>, батарея нуждается в перезарядке. Плотность электролита измеряют с помощью ареометра. Это устройство снабжено поплавком, глубина погружения в жидкость которого зависит от ее плотности.

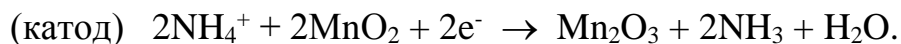
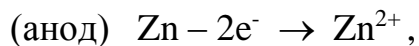
Для заряда свинцовой аккумуляторной батареи используется внешний источник энергии, позволяющий обращать направление самопроизвольной окислительно - восстановительной реакции (10.7).

Перезарядка возможна благодаря тому, что  $\text{PbSO}_4$ , образующийся во время разряда батареи, не отделяется от электродов. Поэтому при подключении внешнего источника энергии электроны перетекают с одного электрода на другой, а  $\text{PbSO}_4$  превращается в  $\text{Pb}$  на одном электроде и в  $\text{PbO}_2$  на другом, т. е. вновь образуются вещества, имевшиеся в свежезаряженной батарее. При слишком быстрой зарядке батареи возможно разложение воды на  $\text{H}_2$  и  $\text{O}_2$ . Смесь  $\text{H}_2$  и  $\text{O}_2$  взрывоопасна, кроме того, эта вторичная реакция приводит к сокращению срока службы батареи. Выделение газообразных водорода и кислорода приводит к механическому удалению  $\text{Pb}$ ,  $\text{PbO}_2$  или  $\text{PbSO}_4$  с поверхности электродов и их накоплению в виде шлама в нижней части батареи. Со временем это может вызвать короткое замыкание в батарее и вывести ее из строя.

### *Сухой элемент*

Разновидность гальванических элементов, называемая сухим элементом, получила широкую известность благодаря тому, что этот элемент используется для питания компактных электрических фонарей, радиоприемников и другой бытовой электронной техники.

В одном из вариантов изготовления сухого элемента анод выполняется в виде цинковой оболочки, наполненной влажной пастой из  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и угольного порошка. В пасту погружен инертный катод - графитовый стержень. Снаружи сухой элемент имеет декоративную защитную оболочку из картона или полимерного материала. В этом гальваническом элементе протекают следующие электродные реакции:

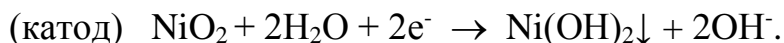
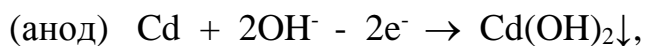


В другом варианте (щелочном) вместо  $\text{NH}_4\text{Cl}$  используется  $\text{KOH}$ . Анодная реакция и в этом случае включает окисление  $\text{Zn}$ , а катодная реакция - восстановление  $\text{MnO}_2$ . Сухой элемент такого типа обладает большей работоспособностью, чем кислый, поскольку в нем не возникает коррозии цинкового анода, имеющей место при взаимодействии металла с  $\text{NH}_4\text{Cl}$  в присутствии влаги. Однако щелочные сухие элементы дороже. В любом варианте сухой элемент дает напряжение около 1,5 В.

### ***Щелочной аккумулятор. Никель – кадмиевая батарея***

Поскольку сухие элементы нельзя перезаряжать, их приходится заменять. Поэтому большое распространение получила никель - кадмиевая перезаряжаемая батарея, удобная для применения в различных бытовых приборах, питаемых аккумуляторами, и в переносных электронных устройствах. Анод этой батареи изготавливается из металлического кадмия, катод – из диоксида никеля. В качестве электролита используется щелочь ( $\text{KOH}$ ,  $\text{LiOH}$ ).

При работе батареи протекают следующие электродные реакции:



Как и в свинцовой аккумуляторной батарее, в никель - кадмиевой батарее продукты реакции не отделяются от электродов. Это позволяет легко проводить обратные реакции при перезарядке. Поскольку ни на стадии раз-

ряда, ни на стадии заряда не происходит выделения газов, никель - кадмиевую батарею можно герметизировать, что представляет собой значительное удобство при эксплуатации.

### *Топливный элемент*

Многие вещества могут быть использованы в качестве топлива, так как их взаимодействие с кислородом воздуха сопровождается экзотермическим тепловым эффектом. Получаемую при горении тепловую энергию нередко превращают в электрическую энергию. Поскольку горение представляет собой окислительно - восстановительную реакцию, последнюю можно использовать для прямого получения электрического тока, создав соответствующий гальванический элемент.

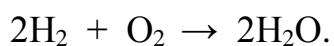
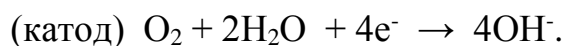
Прямое преобразование химической энергии в электрическую имеет большие преимущества по сравнению с обычным способом превращения химической энергии сначала в тепловую и лишь после этого в электрическую. При получении электрической энергии из тепловой последнюю используют для превращения воды в пар. Затем пар приводит в действие турбину, которая вращает генератор. При превращении энергии из одной формы в другую или при ее передаче от одного вещества к другому происходят неизбежные потери энергии. Обычно в электрическую энергию удастся превратить не более 40 % энергии, полученной в результате сгорания топлива; остальная часть рассеивается в окружающую среду. Прямое получение электрической энергии из топлива при помощи гальванических элементов обеспечивает более высокий коэффициент преобразования химической энергии топлив в электрическую энергию. Гальванические элементы, в которых реагентами служат способные к горению вещества, называются **топливными элементами**.

Одной из возникающих при разработке топливных элементов проблем является высокая температура, сопровождающая работу большинства подобных элементов. Разработан низкотемпературный топливный элемент, в



котором используется  $\text{H}_2$ , но пока что этот топливный элемент дорог для широкого применения.

В кислородно - водородном топливном элементе протекают следующие электродные реакции:



Электроды данного элемента выполнены в виде полых трубок из пористого прессованного угля, пропитанного катализатором; электролитом служит  $\text{KOH}$  (рис. 10.2). Топливный элемент работает до тех пор, пока не прекращается подача реагентов.

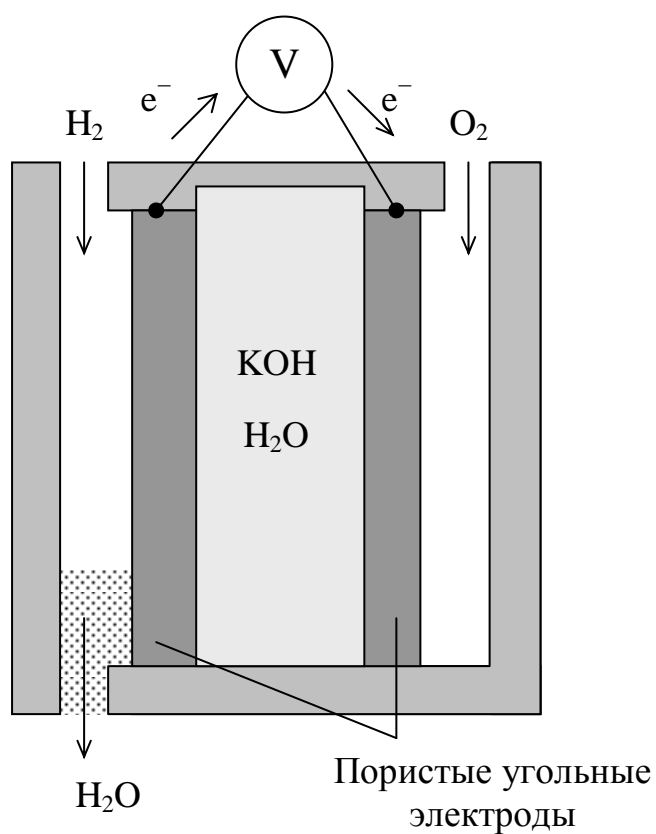


Рис. 10.2. Кислородно - водородный топливный элемент

## 10.4. ЭЛЕКТРОЛИЗ

С помощью гальванических элементов можно использовать самопроизвольные окислительно - восстановительные реакции для получения электрической энергии. С другой стороны, источник электрической энергии позволяет проводить несамопроизвольные окислительно - восстановительные реакции, например, разлагать расплавленный хлорид натрия на составляющие его элементы:  $2\text{NaCl} = 2\text{Na} + \text{Cl}_2$ .

Подобные процессы, которые можно осуществить за счет энергии внешнего источника электрического тока, называются реакциями электролиза и проводятся в электролитических ячейках (электролизерах). Электролитическая ячейка состоит из двух электродов, погруженных в расплавленную соль или водный раствор. Электрическую энергию для проведения электролиза получают от внешнего источника постоянного электрического тока.

**Электролиз – это совокупность окислительно - восстановительных процессов, протекающих на электродах под действием внешнего источника постоянного тока.**

При электролизе расплавленного NaCl ионы  $\text{Na}^+$  притягиваются и затем присоединяют электроны на отрицательном электроде, восстанавливаясь до металла. Точно так же происходит перемещение ионов  $\text{Cl}^-$  к положительному электроду, где они отдают электроны и окисляются (рис. 10.3)

Как и в гальваническом элементе, электрод, на котором происходит восстановление, называется катодом, а электрод, на котором происходит окисление, называется анодом. В рассматриваемом случае в электролитической ячейке протекают следующие реакции:

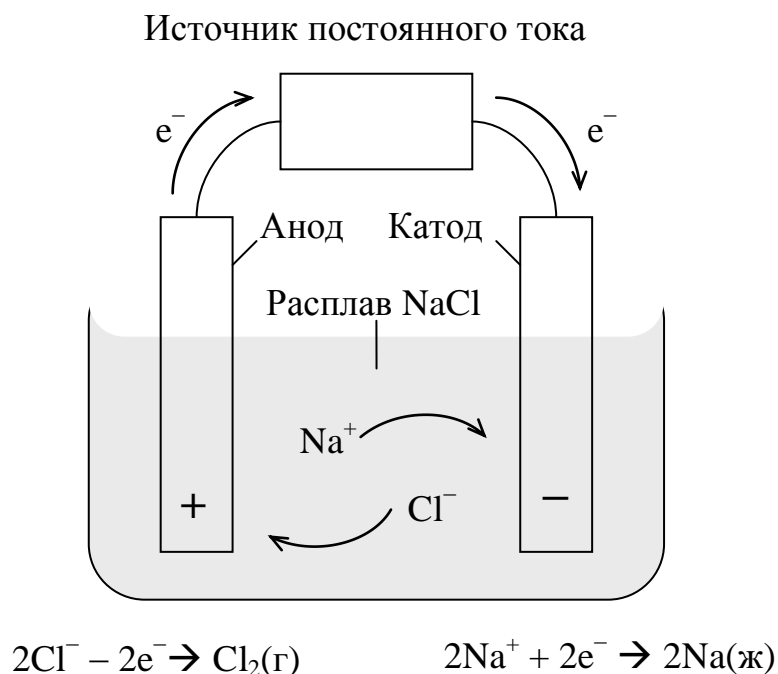
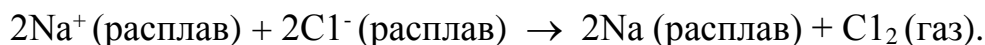
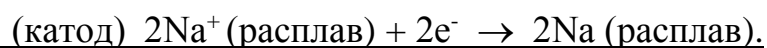
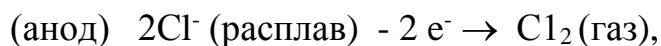


Рис. 10.3. Схема электролиза расплавленного NaCl

Рассмотренный процесс электролиза хлорида натрия используется для промышленного получения щелочного металла. Расплавленный NaCl подвергают электролизу в специальном электролизере, сконструированном таким образом, чтобы Na и Cl<sub>2</sub> не могли вступить в контакт друг с другом и снова образовывать NaCl. Кроме того, предусмотрено, чтобы натрий не вступал в контакт с воздухом и не образовывал оксид.

#### 10.4.1. Электролиз водных растворов электролитов

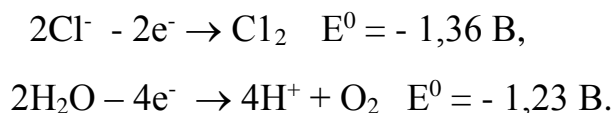
При электролизе водных растворов солей необходимо учитывать

наличие конкурирующих процессов на катоде и аноде из-за присутствия молекул воды. Это вызвано тем, что, например, на катоде в первую очередь будут восстанавливаться ионы с большим значением электродного потенциала. Так, натрий нельзя получить электролизом водного раствора NaCl, потому что на катоде ионы водорода молекул воды восстанавливаются легче, чем ион Na<sup>+</sup> в растворе:



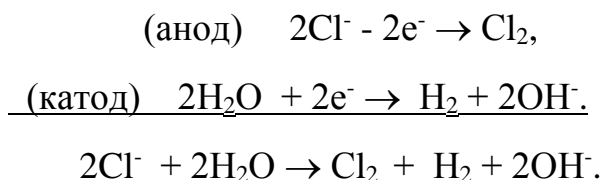
Следовательно, при электролизе водного раствора NaCl на катоде вместо натрия должен выделяться газообразный водород.

На другом электроде - аноде в случае рассматриваемой соли возможно окисление Cl<sup>-</sup> или H<sub>2</sub>O:



Эти стандартные окислительные потенциалы отличаются друг от друга не слишком сильно, но из их сравнения следует, что молекулы H<sub>2</sub>O должны окисляться с большей легкостью, чем ионы Cl<sup>-</sup>. Однако для осуществления реакции иногда требуется намного более высокое напряжение, чем то, которое указывают электродные потенциалы. Дополнительное напряжение, необходимое для проведения электролиза, называется **перенапряжением**. Электроосаждению металлов соответствуют низкие значения перенапряжения, но перенапряжения, соответствующие выделению газообразного водорода или газообразного кислорода, обычно весьма значительны. В рассматриваемом примере перенапряжение, необходимое для образования H<sub>2</sub>, настолько велико, что Cl<sup>-</sup> окисляется легче, чем H<sub>2</sub>O. По этой причине при электролизе водных

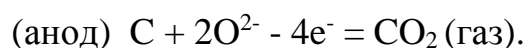
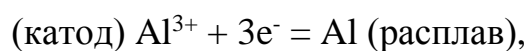
растворов NaCl (рассолов) образуются H<sub>2</sub> и Cl<sub>2</sub>, если только концентрация Cl<sup>-</sup> не слишком низка. При этом протекают следующие реакции:



Для образования H<sub>2</sub> и Cl<sub>2</sub> из раствора при стандартных условиях требуется минимальное напряжение 2,06 В. На практике для проведения электролиза используют более высокое напряжение, что объясняется наличием внутреннего сопротивления электролитической ячейки, а также отмеченным выше перенапряжением.

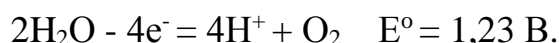
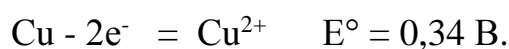
При электролизе водных растворов активных металлов, как, например, Na, Ca, Mg и Al, характеризующихся довольно большими отрицательными значениями стандартных электродных потенциалов, вместо соответствующего металла на катоде выделяется H<sub>2</sub>. Поэтому такие активные металлы получают электролизом расплавов их солей. Выше мы уже кратко обсудили электролитическое получение натрия. Рассмотрим еще один пример - получение алюминия.

Для промышленного получения алюминия используют оксид Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, добываемый в виде минерала боксита. Оксид алюминия не проводит электрический ток и имеет очень высокую температуру плавления свыше 2000 °С. Поэтому после предварительной очистки Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> растворяют в расплавленном криолите Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>, в результате чего образуется расплав, проводящий электрический ток. Расплавленную смесь подвергают электролизу при температуре около 950 °С, используя угольные электроды. При электролизе на катоде выделяется алюминий, а на аноде – кислород, взаимодействующий с материалом анода:



#### 10.4.2. Электролиз с активным анодом

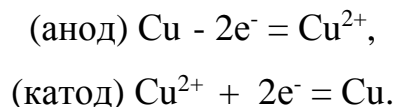
Обсуждая электролиз расплава или раствора NaCl, мы считали электроды инертными. Это означает, что сами электроды в процессе электролиза не вступают в реакцию, а просто служат поверхностями, на которых происходят окисление и восстановление. Однако в электролитическом процессе получения алюминия анод вступает в реакцию. Следовательно, электродные реакции включают не только окисление и восстановление растворителя и растворенных веществ, но и самих электродов. При электролизе водных растворов металлический электрод окисляется, если его потенциал меньше окислительно – восстановительного потенциала воды. Например, медь окисляется легче, чем вода:



К одному из многих интересных применений таких электролизных процессов относится рафинирование, или очистка, металлической меди. В промышленности соединения меди восстанавливают с помощью химических восстановителей. Например, для восстановления меди в CuS через расплавленную руду продувают воздух:  $\text{CuS} + \text{O}_2 = \text{Cu} + \text{SO}_2$ .

Полученная таким способом металлическая медь называется губчатой; она имеет чистоту приблизительно 99 % и содержит примеси железа, цинка, золота и серебра, а также других веществ. Некоторые примеси значительно снижают электропроводность металлической меди. Поэтому медь, идущую на изготовление электрических проводов, подвергают дальнейшей очистке. Такую очистку проводят путем электролиза. Губчатую медь помещают в элек-

тролизер и подключают к внешнему источнику тока в качестве анода. Тонкие листы чистой меди играют роль катода; электролитом служит раствор  $\text{CuSO}_4$ . При пропускании электрического тока медь растворяется на аноде и осаждается на катоде:



Такие металлы, как цинк и железо, которые окисляются легче, чем медь, вместе с ней растворяются на аноде. Поскольку они восстанавливаются труднее, чем медь, регулируя напряжение, можно предотвратить их осаждение на катоде. Такие металлы, как серебро и золото, которые окисляются труднее, чем медь, не растворяются на аноде. По мере растворения меди они падают с анода и скапливаются под ним на дне ванны в виде ила. Анодный ил периодически извлекают из электролитической ванны в процессе ее очистки. Он служит важным источником получения золота и серебра.

Другим интересным применением электролиза является покрытие металлов. Если, например, в описанной выше электролитической ячейке вместо меди сделать катодом какой-либо другой металл, в процессе электролиза на нем будет образовываться медное покрытие. Вместо меди можно нанести другой металл. При этом предмет, на который хотят нанести покрытие, делают катодом в электролитической ячейке. Металл, который наносят на другие поверхности, делают анодом. Нанесенное покрытие защищает различные предметы от коррозии и улучшает их внешний вид. Многие наружные части автомобилей, например бамперы и дверные ручки, электролитически покрывают хромом.

### 10.4.3. Количественные аспекты электролиза

Количество продуктов химической реакции, происходящей в электро-

литической ячейке, прямо пропорционально количеству электричества, проходящему через ячейку. Например, при пропускании через электролитическую ячейку 1 моля электронов осаждается 1 моль металлического Na, а при пропускании 2 молей электронов - 2 моля Na.

Аналогично, для образования 1 моля меди из  $\text{Cu}^{2+}$  требуется 2 моля электронов, а для образования 1 моля алюминия из  $\text{Al}^{3+}$  - 3 моля электронов.

Количество электричества, протекающего через электрическую цепь, и в частности через электролитическую ячейку, измеряется в кулонах. 96 500 Кулонов (Кл) составляют 1 Фарадей:  $1 \text{ Ф} = 96\,500 \text{ Кл} = \text{заряд 1 моля электронов}$ .

Кулон представляет собой такой электрический заряд, который протекает за 1 с через поперечное сечение проводника при силе тока 1 ампер (А). Следовательно, чтобы определить, какое количество электричества  $Q$  (в кулонах) пропущено через электрохимическую ячейку, нужно умножить силу тока  $I$  в амперах на время его пропускания  $t$  в секундах:  
 $Q = I \cdot t$ .

## 10.5. ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Эффективность промышленного производства в немалой степени зависит от долговечности и надежности применяемого оборудования. В первую очередь это относится к механизмам и конструкциям, изготовленным из различных металлов. На практике металлическое оборудование подвергается не только тем или иным механическим нагрузкам, оно испытывает и различные виды химического воздействия, вызывающие коррозионные процессы. Так, согласно имеющимся оценкам, примерно 15 % ежегодного мирового производства железа идет на замену металлических изделий, пришедших в негодность из-за коррозионных повреждений.



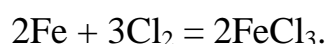
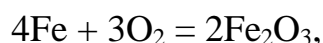
### 10.5.1. Химическая коррозия металлов

Коррозией металлов и сплавов называется их химическое разрушение, обусловленное взаимодействием металлических материалов с окружающей средой. В процессе коррозии протекают реакции окисления - восстановления, в которых окислителем является среда, контактирующая с металлами.

В зависимости от механизма протекания коррозия металлов может быть химическая и электрохимическая.

При химической коррозии происходит непосредственное взаимодействие металла с агрессивной средой, не являющейся электролитом. Причем агрессивная среда может быть как в газообразном, так и в жидком состоянии.

Например, при действии кислорода или хлора протекают реакции с образованием соответствующих продуктов - оксидов или хлоридов металлов, например, железа:



Скорость окисления металлов в газах зависит от природы металла, состава газа и температуры. В результате химической коррозии металл покрывается слоем продуктов реакции окисления (чаще всего пленкой оксида или гидроксида). Образующаяся пленка препятствует диффузии окислителя к металлу и тем самым замедляет, а иногда и прекращает дальнейшую коррозию металла. Поэтому большое значение для скорости протекания химической коррозии имеют состав и структура образующихся продуктов окисления.

Например, алюминий в сухом воздухе, или под действием кислорода,

растворенного в воде, покрывается тонкой ( $50 - 100 \text{ \AA}$ ), но очень плотной пленкой оксида, после чего окисление металла практически прекращается. В случае железа оксидные слои ( $\text{FeO}$  или  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) не образуют сплошной пленки на его поверхности и не предохраняют металл от дальнейшего разрушения.

### 10.5.2. Электрохимическая коррозия

Электрохимическая коррозия - процесс самопроизвольного разрушения одного из контактирующих в токопроводящей среде металлов. Важно, что токопроводящей средой может быть не только раствор какого-либо электролита, но даже тонкая пленка влаги, практически всегда присутствующая на поверхности металлов и металлических конструкций, эксплуатируемых в воздушной среде.

Коррозия металлов в электролитах является результатом образования короткозамкнутых гальванических элементов. В таком гальваническом элементе отрицательным полюсом работает тот металл, потенциал которого меньше (отрицательнее), а второй металл служит положительным полюсом.

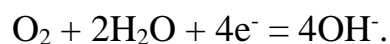
Разрушается (растворяется) тот металл, который имеет более отрицательный потенциал - это анод. Анодное разрушение поверхности металла собственно и составляет процесс электрохимической коррозии.

На положительном полюсе - катоде происходит тот процесс восстановления из раствора, потенциал которого положительнее.

В зависимости от состава раствора, находящегося около положительного электрода, возможно протекание одного из трёх конкурирующих процессов:

1. В нейтральном и щелочном растворах, не содержащих ионов металлов, потенциал которых более положителен, чем  $-0,8 \text{ В}$ , происходит восстановление растворенного в воде молекулярного кислорода. В этом случае

процесс называется коррозией с кислородной деполяризацией:



Пример. Контакт металлического железа ( $E^0 = -0,44 \text{ В}$ ) с цинком ( $E^0 = -0,76 \text{ В}$ ) в присутствии воды (рис. 10.4) сопровождается следующими электродными процессами:

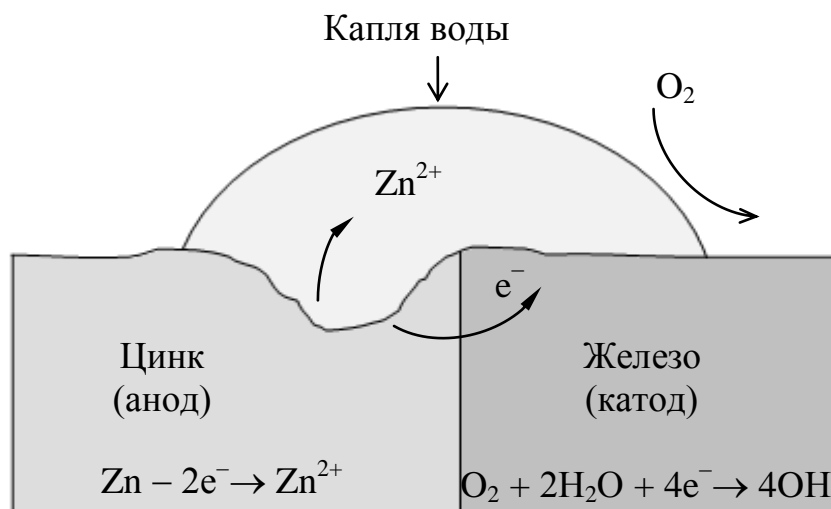
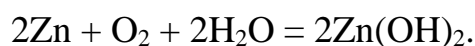
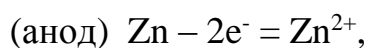
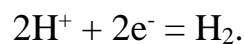
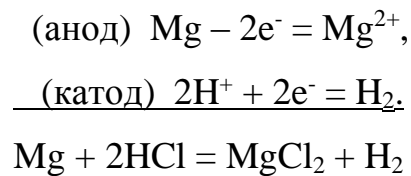


Рис. 10.4. Контакт металлического железа с цинком в присутствии воды

2. В кислом растворе происходит восстановление ионов водорода. Тогда процесс называют коррозией с водородной деполяризацией:



Пример. Контакт магния ( $E^0 = -2,36 \text{ В}$ ) с медью ( $E^0 = 0,34 \text{ В}$ ) в растворе соляной кислоты сопровождается следующими электродными процессами:



3. В растворе, содержащем ионы металлов  $\text{Me}^{n+}$ , потенциал которых более положителен, чем  $-0,8 \text{ В}$ , происходит восстановление этих ионов:



Процесс металлической деполяризации имеет место при работе гальванических элементов. При коррозии этот процесс встречается редко.

### **10.5.3. Причины, вызывающие образование гальванопар на поверхности металла**

Появление разности потенциалов сопровождается любой контакт металл - электролит. В случае возникновения на поверхности металла участков с различным значением потенциала, образуются гальванические элементы и протекает электрохимическая коррозия.

Распространенной причиной возникновения на металлической поверхности участков с различным значением потенциала может быть структурная неоднородность металла. Неоднородность внутренних напряжений в металлическом изделии также может приводить к возникновению гальванической пары, т. к. сжатие увеличивает электродный потенциал металла, а растяжение - уменьшает. Поэтому в деформированной детали сжатые слои

металла будут играть роль катода, а растянутые - роль анода, подвергаясь при этом разрушению.

Непостоянный состав электролита над различными участками поверхности металла, например, обусловленный разной концентрацией растворенных солей и газов, тоже может вызвать возникновение разности потенциалов. Многие другие факторы, например, различная скорость движения электролита по поверхности металла, также могут служить причиной образования участков с различным значением электродного потенциала металла.

Известен еще один специальный вид гальванопар, который часто приходится учитывать на практике, это так называемые пары дифференциальной аэрации. Пары дифференциальной аэрации возникают в том случае, когда металл или металлическое изделие подвергается неоднородному воздействию кислорода воздуха. Та часть поверхности металла, к которой кислород попадает легче, становится катодом элемента. Анодом же будет часть поверхности, менее доступная кислороду. Это является следствием изменения электродного потенциала при действии кислорода на поверхность металла.

На практике приходится часто встречаться с парами дифференциальной аэрации, например, при подземной коррозии. Допустим, трубопровод проходит сначала через легко проницаемую для воздуха песчаную почву, а затем через пласт глины, сквозь которую воздух проникает с трудом. Если не принять специальные меры защиты от коррозии, в этом случае тоже может возникнуть пара дифференциальной аэрации, причем будет разрушаться та часть трубы, которая проходит через глину.

#### **10.5.4. Коррозия металлов в защитных и антифрикционных маслах**

Для защиты металлов от коррозии часто применяется нанесение масляного покрытия как на эксплуатируемое оборудование, так и на подлежащее консервации. Однако при определенных условиях коррозионные процессы

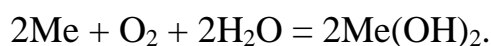
могут протекать и при наличии подобного защитного покрытия. Следует отметить, что в работающем двигателе, где металл соприкасается с нагретым маслом, при определенном составе масла также идут коррозионные процессы.

Химическую коррозию могут вызывать соединения нефтепродуктов, способные реагировать с металлом в молекулярном состоянии: образующиеся в результате окисления высокомолекулярные и в ещё большей мере низкомолекулярные органические кислоты, сернистые соединения, являющиеся продуктом сгорания топлив, содержащих серу.

Цветные металлы и сплавы, применяемые в подшипниках - свинец, кадмий и другие - особенно подвержены химической коррозии.

В практике коррозионной защиты различают коррозию наружных поверхностей и соответственно наружную консервацию и коррозию внутренних поверхностей машин и механизмов.

Коррозия наружных поверхностей, как правило, носит электрохимический характер:



Внутренняя коррозия чаще всего протекает по смешанному электрохимическому и химическому механизму. Именно совокупность двух типов коррозии приводит к наибольшему износу техники.

Для повышения антикоррозионных свойств масел применяются различные вещества. Для борьбы с химической коррозией в двигателях внутреннего сгорания используются антиокислительные и противокоррозионные присадки.

Антиокислительные присадки (некоторые амины, фенолы, фосфиды) предотвращают или замедляют окисление минеральных масел и топлив и поэтому уменьшают накопление в них коррозионно - активных веществ.

Противокоррозионные присадки, например, алкилфенольные, защищают металл от химической коррозии путем образования на нем адсорбци-

онных пленок, устойчивых к воздействию коррозионно - активных веществ.

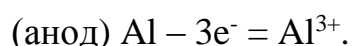
Антиокислительные и противокоррозионные присадки, как правило, не защищают металл от электрохимической коррозии, от коррозии в присутствии воды, потому что адсорбционные пленки, образующиеся на металле под влиянием антикоррозионных присадок, пропускают воду, разрушаются и десорбируются. Поэтому для предотвращения электрохимической коррозии используют специальные ингибиторы электрохимической коррозии. Эти вещества обычно представляют собой органические соединения, молекулы которых состоят из двух частей - углеводородного радикала и функциональной группы, обеспечивавшей защитные свойства.

Уменьшение электрохимической коррозии металла с помощью этих ингибиторов может достигаться двумя путями: они вытесняют воду с поверхности металла, создавая на нём адсорбционную пленку, не пропускающую воду и не разрушаемую водой; они могут избирательно затруднять катодные или анодные процессы при коррозии.

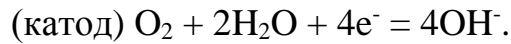
### *Решение типовых задач*

Задача 1. Как будет протекать процесс коррозии в том случае, если алюминиевые листы конструкции, эксплуатируемой во влажной атмосфере, скрепить железными болтами?

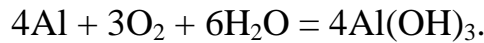
Решение. В местах соприкосновения двух металлов образуется гальванический элемент. Металл, который окисляется легче, играет при этом роль анода, а второй металл - роль катода. Из сравнения стандартных электродных потенциалов алюминия ( $E^0 = - 1,66 \text{ В}$ ) и железа ( $E^0 = - 0,44 \text{ В}$ ) следует, что алюминий будет играть роль анода:



На катоде (железо) пойдет процесс восстановления кислорода:

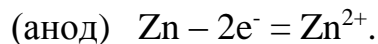


Таким образом, в месте контакта с железом алюминий будет корродировать, что приведет к нарушению прочности крепления:



Задача 2. Слой цинка на "гальванизированном" (оцинкованном) железе называют "жертвенным анодом". Что это означает? Оказывает ли хром такое же действие на железные изделия, покрытые хромом?

Решение. Цинк окисляется легче, чем железо, потому что его стандартный электродный потенциал ( $E^0 = -0,76 \text{ В}$ ) отрицательнее (для железа  $E^0 = -0,44 \text{ В}$ ). Поэтому при контакте цинка и железа анодному растворению подвергается цинк:



На катоде, которым является железо, при этом будет происходить восстановление, например, ионов водорода (в кислом растворе):



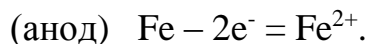
Если в контакте с железом находится хром ( $E^0 = -0,74 \text{ В}$ ), он также играет роль "жертвенного анода", поскольку его стандартный электродный потенциал меньше, чем у железа.

Такой способ защиты железа (или другого металла) от коррозии путем превращения его в катод электрохимического элемента называется **катодной защитой**.

Задача 3. Определить процессы, которые будут протекать при контакте железа и никеля в растворе серной кислоты (гальванопара  $\text{Fe}/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{Ni}$ ).



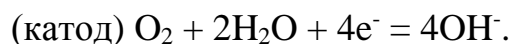
Решение. Из двух данных металлов меньшее значение стандартного электродного потенциала имеет железо (для железа  $E^0 = - 0,44$  В, для никеля  $E^0 = - 0,25$  В). Следовательно, анодному растворению будет подвергаться железо:



В кислой среде на катоде гальванопары (на никеле) будут восстанавливаться ионы водорода:



Если рассматриваемая гальванопара будет реализована в растворе хлорида натрия (Fe/NaCl/Ni), то катодный процесс будет заключаться в восстановлении растворенного кислорода:



## 10.6. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОРРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ

К количественным методам оценки степени коррозионного разрушения относятся:

1. Определение изменения массы образцов (массометрический метод).
2. Определение объема выделяющихся газообразных продуктов или объема газа, поглощаемого в процессе коррозии (объемный метод).
3. Химический анализ раствора (аналитический метод), применяемый при изучении скорости коррозии отдельных компонентов сплава.

Наиболее широко распространенным, благодаря своей простоте и надежности, является массометрический метод. Это - прямой метод, непосредственно связанный с массой разрушенного металла.

Показателем скорости коррозии в данном методе является величина  $K$ ,

представляющая собой отношение:

$$K = \frac{m_0 - m_1}{S \cdot t},$$

где  $m_0$  - масса образца до коррозии, г;  $m_1$  - масса образца после коррозии;  $S$  - площадь поверхности образца, м<sup>2</sup>;  $t$  - время коррозионного разрушения, ч.

Массовые потери при коррозии могут быть пересчитаны в скорость коррозии, выраженную в мм/год:

$$\Pi = \frac{8,76 \cdot K}{\rho},$$

где  $\Pi$  - скорость коррозии, мм/год;  $K$  - скорость коррозии, г/(м<sup>2</sup>·ч);  $\rho$  - плотность металла, г/см<sup>3</sup>; 8,76 - коэффициент пересчета.

На основании величины  $\Pi$  можно произвести оценку химической стойкости металлов по десятибалльной шкале (таблица 10.3).

## 10.7. МЕТОДЫ БОРЬБЫ С КОРРОЗИЕЙ

Методы борьбы с коррозией чрезвычайно многочисленны и разнообразны. Выбор того или иного метода зависит от природы и структуры подлежащего защите материала, от условий его работы, от коррозионных свойств среды. Все эти методы удобно разделить на три группы:

- 1) изменение внешних условий работы изделия;
- 2) изменение структуры металла, подлежащего защите;
- 3) защита поверхности.

В последней группе можно выделить три подгруппы: а) нанесение ок-

сидных пленок; б) нанесение неметаллических покрытий; в) нанесение металлических покрытий (включая гальванические покрытия).

Таблица 10.3

### Шкала коррозионной стойкости металлов

Группа стойкости	П, мм/год	Балл
1. Совершенно стойкие	< 0,001	0
2. Весьма стойкие	0,001 – 0,005	1
	0,005 – 0,01	2
3. Стойкие	0,01 – 0,05	3
	0,05 – 0,1	4
4. Пониженностойкие	0,1 – 0,5	5
	0,5 – 1,0	6
5. Малостойкие	1,0 – 5,0	7
	5,0 – 10,0	8
6. Нестойкие	> 10,0	9

**Изменение внешних условий работы конструкции (изделия).** Коррозию можно уменьшить или устранить, создав такие условия для работы изделия, которые затрудняли бы разряд ионов водорода или ионизацию кислорода на катодах микрогальванопар или затрудняли бы растворение анодных участков. Здесь можно указать три пути.

**Защита обработкой среды.** Можно устранить кислородную деполя-

ризацию удалением кислорода из раствора, вызывающего коррозию. Например, воду для паровых котлов освобождают от кислорода добавкой какого-либо восстановителя. Введением в раствор других добавок можно пассивировать анодные составляющие защищаемого металла. Например, в холодильных установках, где в железной аппаратуре циркулируют специальные растворы, добавка кремнекислого натрия или хромпика ( $K_2Cr_2O_7$ ) пассивирует железо и ослабляет коррозию.

**Защита приложением внешней ЭДС (катодная защита).** Этот чисто электрохимический метод заключается в том, что изделие, подлежащее защите от коррозии, соединяют с отрицательным полюсом внешнего источника электричества, т. е. сообщают ему катодную поляризацию; анодами служат чугунные, свинцовые или графитовые пластины, погруженные в тот же раствор, что и защищаемое изделие. На катодной поверхности выделяется водород, растворение защищаемого металла не происходит. Для защиты железа от коррозии в растворах хлористого натрия достаточна плотность тока на защищаемой конструкции 10 - 12 мкА/см<sup>2</sup>. При интенсивно перемешиваемом растворе необходима плотность тока до 250 мкА/см<sup>2</sup>. Катодную защиту применяют для котлов, химической аппаратуры и т. п. Однако эффективность ее в изделиях сложной конфигурации невысокая.

**Защита протекторами.** Этот метод, также электрохимический, заключается в том, что к защищаемому изделию прикрепляют протекторы - пластинки, муфты и т. п. из металла (чаще всего из цинка), имеющего более отрицательный потенциал. В возникающей гальванической паре металл протектора анодно растворяется. Протекторы по мере износа нужно менять. Метод эффективен в среде, хорошо проводящей электрический ток. Радиус действия протектора невелик, и поэтому для защиты большой поверхности приходится устанавливать много протекторов.

**Изменение структуры металла изделия.** Электрохимическую коррозию можно ослабить, изменив состав и структуру металла легированием, т. е. введением в сплав с защищаемым металлом некоторых добавок. В этом

направлении возможны три пути:

1) Вводится добавка более благородного металла, образующего твердый раствор с основным металлом. Потенциал анодного растворения повышается, и тем самым коррозия затрудняется. Однако, чтобы достигнуть значительного повышения потенциала, приходится вводить значительные количества более благородного металла. Например, медь устойчиво защищается добавкой золота в количестве 52 - 53,5 % (по массе). Конечно, такой метод защиты дорог и применяется, например, в ювелирной промышленности.

2) Вводится добавка, которая, образуя сплав с различными составляющими основного металла (обычно многокомпонентного сплава), может повлиять так, что потенциалы всех составляющих сблизятся и, следовательно, ЭДС микрогальванопар уменьшится.

3) Вводится добавка, которая может подвергаться коррозии наряду с основным металлом, но продукты ее разрушения образуют на поверхности изделия плотные защитные пленки, препятствующие дальнейшей коррозии. Так, при разрушении кремнистого чугуна или стали на поверхности образуется пленка силикатов, обладающая защитными свойствами.

**Защита поверхности металла.** Защита оксидными пленками. Известно, что пленка оксида (или других продуктов коррозии) на поверхности может защищать металл от дальнейшего разрушения. Подбирая условия обработки, можно искусственным путем создать малопористую, достаточно устойчивую пленку оксидов на металлической поверхности. Наибольшее распространение получили следующие приемы.

**Воронение, или оксидирование стали.** Способы его выполнения очень разнообразны. Обработка железа паром, а затем восстанавливающими газами при температурах около 900 °С приводит к образованию пленки оксидов, состоящей в наружном слое из  $Fe_3O_4$  и в более глубоком - из  $FeO$ . Воронение достигается также погружением стали в расплавленную смесь селитры и диоксида марганца при 300 °С или кипячением в щелочных окислительных

растворах, содержащих, например, едкий натр, селитру и диоксид марганца. В этих случаях в поверхностном слое образуется  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Воронение сообщает изделию красивый бархатистый темно-синий с черным отливом цвет.

Однако в качестве коррозионной защиты воронение недостаточно прочно. Оно пригодно лишь при работе в атмосферных условиях и требует периодической смазки изделия.

**Фосфатирование** стали. Процесс заключается в образовании на поверхности изделия пленки фосфорнокислых солей марганца и железа. Применяемая рецептура довольно разнообразна. Полученная пленка дополнительно покрывается специальным лаком. Покрытие достаточно устойчиво к коррозии в атмосферных условиях и даже в не слишком агрессивных жидких средах.

**Оксидирование алюминия.** Оксидная пленка на алюминии обладает высокой коррозионной устойчивостью в атмосферных условиях. Пленка может быть создана обработкой алюминия или его сплавов щелочными растворами, содержащими окислители, главным образом, хромовокислые соли. Можно, например, проводить травление в ванне, содержащей соду, едкий натр и бихромат калия, с последующей обработкой 2 % - ным раствором хромовой кислоты.

Анодное окисление алюминия. Весьма прочная пленка на алюминии получается при его анодной поляризации в 3 % - ном растворе хромовой кислоты при 40 °С. Катодом служит графит. Вследствие анодного пассивирования алюминия напряжение поднимается до 40 - 50 В.

Еще лучшие результаты дает анодное окисление алюминия в 20 % - ном растворе серной кислоты при 30 °С и плотности тока 2 А/дм<sup>2</sup> в течение 10 мин. Катодами служат свинцовые пластины. После электролиза изделие погружают в горячий раствор  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Получаемое покрытие настолько прочно, что даже после месяца работы в морской воде почти не обнаруживает признаков коррозии. Оксидная пленка служит прекрасным электроизолятором, выдерживая напряжение свыше 10 000 В. Поэтому анодное окисление алю-

миниевой проволоки применяют при изготовлении электротехнической аппаратуры.

**Защита неметаллическими покрытиями.** Покрытие красками или лаками является наиболее распространенным видом защиты металлов от коррозии. Пленка покрытия должна обладать большим электрическим сопротивлением и препятствовать работе микрогальванопар. Основой покрытия является пленкообразующее вещество (олифа и другие высыхающие масла). Для ускорения высыхания добавляют сиккативы - соединения свинца, марганца, кобальта и др. Наконец, для придания покрытию твердости и желаемого внешнего вида к краске добавляют пигменты - окрашенные соединения свинца, цинка, железа, хрома, меди, титана и т.д. Лакокрасочное покрытие должно плотно прилегать к поверхности металла, образуя сплошной слой. В противном случае в пустотах и порах под пленкой краски может удерживаться вода, которая будет служить электролитом для микрогальванопар на поверхности металла.

Из других неметаллических покрытий отметим бетон, асфальт, смолы, битумы, применяемые чаще всего для защиты подземных сооружений - трубопроводов, кабелей, оснований металлических конструкций и т. п. Для мелких изделий, предметов домашнего обихода и химической аппаратуры применяют защиту эмалью - слоем оплавленных силикатов, а также искусственными смолами и пластмассами.

**Защита металлическими покрытиями.** Широко применяется защита металлических изделий покрытием их слоем другого металла. Соответствующее покрытие должно удовлетворять ряду требований.

Необходимо обеспечить прочное сцепление слоя покрывающего металла с основным металлом. Прочность сцепления достигается либо за счет образования промежуточного слоя сплава обоих металлов, либо за счет сил сцепления. В обоих случаях поверхность основного металла должна быть предварительно тщательно очищена.

Покрытие должно быть пластичным, не растрескиваться и не отставать

от основы при изгибании. Иногда предъявляются специальные требования к твердости, стойкости к истиранию, жаростойкости и т.д. Покрывающий слой должен обладать равномерной заданной толщиной.

Покрытие должно защищать основной металл изделия от коррозии. В этом отношении следует различать два случая. Если металл покрытия имеет более положительный потенциал, чем металл основы, и при этом покрытие обладает порами, трещинами или царапинами, то при проникновении электролита в поры образуется гальваническая пара, в которой металл покрытия становится катодом, а металл основы - анодом. Возникновение такой пары будет только способствовать коррозии основного металла. Поэтому подобные покрытия, называемые катодными, должны быть сплошными, беспористыми и полностью исключать доступ вызывающих коррозию веществ к основному металлу. Примером может служить покрытие железа медью или меди серебром. Конечно, металл катодного покрытия сам по себе должен быть коррозионностоек.

Если потенциал металла покрытия более отрицателен, чем потенциал металла основы, то при доступе электролита к металлу основы последний будет играть роль катода в возникающей гальванической паре. Металл же покрытия станет анодом и будет разрушаться. Поэтому подобные покрытия, называемые анодными, даже и при нарушении непрерывности слоя защищают основной металл от коррозии. Примером анодного покрытия может служить нанесение цинка на железо.

Способы нанесения металлических покрытий очень разнообразны. К ним относятся:

- 1) способ горячего погружения;
- 2) пульверизация, заключающаяся в распылении расплавленного металла струей сжатых газов на подлежащую покрытию поверхность;
- 3) плакирование, заключающееся в совместной горячей прокатке покрываемого металла и тонкой пластины покрывающего металла;
- 4) диффузионные покрытия (цементация), получающиеся нагреванием



покрываемого изделия в порошке металла, подлежащего нанесению;

5) контактные покрытия, получающиеся погружением изделия из менее благородного металла в раствор соли более благородного металла;

6) гальванические покрытия.

Рассмотрим подробнее **гальванические покрытия**. Гальванические покрытия получают путем электролиза. Так как процесс ведут при невысоких температурах (от 15 до 60 °С), то приставание наносимого слоя к основному металлу достигается только за счет сил сцепления, причем иногда осадок даже воспроизводит, продолжает кристаллическую структуру основы. Поэтому очень важно предварительно тщательно очистить поверхность изделия. Впрочем, иногда имеет место и диффузия наносимого металла, хотя и на очень небольшую глубину. Гальванический осадок в большинстве случаев может быть получен любой толщины - от десятитысячных долей миллиметра до нескольких миллиметров. Наиболее часто применяют гальваническое осаждение цинка, никеля, хрома, меди, олова, золота, серебра, реже свинца, кадмия, кобальта, железа. Для специальных целей можно производить покрытие платиной, вольфрамом, сурьмой, мышьяком.

## 10.8. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Определите, будет ли протекать реакция окисления – восстановления между растворами солей KBr и FeCl<sub>3</sub>:



$$E^0(\text{Br}_2/2\text{Br}^-) = 1,06 \text{ В}; E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ В}.$$

2. Установите, можно ли перемешивать раствор Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> алюминиевой ложкой?

$$E^0(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = - 1,66 \text{ В}; E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ В}; E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = - 0,44 \text{ В}.$$

3. Запишите процессы, протекающие на электродах при электролизе водных растворов следующих веществ:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{ZnSO}_4$ . Рассмотрите два случая электролиза – с графитовым анодом и анодом, изготовленным из меди.

4. Составьте схемы двух гальванических элементов, содержащих железо, причем в одном из них данный металл должен быть «+», а в другом «-». Запишите уравнения протекающих электродных реакций и рассчитайте ЭДС гальванических элементов.

5. Из каких металлов необходимо составить гальванический элемент, чтобы его ЭДС была максимальной?

6. Хромирование поверхности изделий из железа придает им повышенные декоративные свойства и защищает от коррозии. В действительности покрытие из хрома наносят на тонкий слой никеля, защищающий железо. Слой хрома предохраняет никель от потускнения и создает прочную, блестящую поверхность. Обеспечивает ли никель катодную защиту железа?

7. Объясните, какой коррозионный процесс может возникнуть при соединении медной трубки с водопроводной трубой из оцинкованного железа?

8. Рассчитайте скорость коррозии алюминия в олеуме. Размеры образца металла  $50 \times 30 \times 1$  мм, масса до испытания 4,0530 г, после восьмисуточного испытания – 4,0189 г. Произведите количественную оценку коррозионной стойкости алюминия в олеуме по десятибалльной шкале.

9. Запишите уравнения электродных процессов в следующих гальванопарах:  $\text{Sn}/\text{NaCl}/\text{Fe}$ ,  $\text{Ni}/\text{HgCl}_2/\text{Cu}$ ,  $\text{Cr}/\text{HCl}/\text{Fe}$ ,  $\text{Zn}/\text{CuSO}_4/\text{Ni}$ .

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Общая химия: Учебник для технических направлений и специальных вузов / Н.В. Коровин. - 9-е издание, переработанное - М.: Высшая школа, 2007. - 557 с.

Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов / Я.А. Угай. - 5-е издание, стереотипное - М.: Высшая школа, 2007. - 527 с.

Фролов В.В. Химия, 3-е изд. - М.: Высшая школа, 1986. - 432 с.

Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов / Под ред. А. И. Ермакова. - 30-е издание, исправленное. - М.: Интеграл - Пресс, 2003. - 728 с.

Дробашева Т. И. Общая химия. - М.: Феникс, 2004 г. - 448 с.

Курс химии: Учебник для инженерно-технических вузов / Г.П. Лучинский. – М.: Высшая школа, 1985. – 416 с.

Лабораторные работы по химии: Учебное пособие / Н.В. Коровин, Э.И. Мингулина, Н.Г. Рыжова; Под редакцией Н.В. Коровина - 4-е издание, переработанное - М.: Высшая школа, 2007. - 256 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
Глава 1. КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ .....	4
1.1. Основные классы неорганических соединений. Горные породы и минералы земной коры .....	4
1.2. Номенклатура неорганических веществ .....	8
1.3. Контрольные вопросы и задания .....	11
Глава 2. НАПРАВЛЕННОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ .....	13
2.1. Энергетические соотношения в химических системах .....	13
2.2. Самопроизвольные процессы .....	18
2.3. Энтальпийный и энтропийный факторы химической реакции. Энергия Гиббса .....	21
2.4. Расчет изменений энергии Гиббса в стандартных усло- виях .....	24
2.5. Подземная газификация угля – новые возможности для энер- гетики .....	26
2.6. Задачи для самостоятельного решения .....	28
Глава 3. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА .....	32
3.1. Скорость химической реакции .....	32
3.2. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов .....	34
3.3. Молекулярность и порядок реакции .....	38
3.4. Влияние давления и температуры на скорость реакции .....	41
3.5. Энергия активации .....	42
3.6. Явление катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ .....	45

3.7. Задачи для самостоятельного решения .....	49
Глава 4. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ .....	51
4.1. Гомогенное химическое равновесие .....	52
4.2. Константа химического равновесия .....	54
4.3. Гетерогенное химическое равновесие .....	57
4.4. Смещение химического равновесия .....	59
4.5. Задачи для самостоятельного решения .....	64
Глава 5. ОБРАЗОВАНИЕ РАСТВОРОВ .....	66
5.1. Растворы .....	66
5.2. Способы выражения концентрации растворов .....	68
5.3. Растворимость вещества и ее зависимость от различных факторов .....	74
5.4. Осмос. Осмотическое давление .....	78
5.5. Давление пара растворителя над раствором. Замерзание и кипение раствора .....	83
5.6. Зависимость растворимости от температуры и давления .....	89
5.7. Произведение растворимости труднорастворимого вещества .....	91
5.8. Задачи для самостоятельного решения .....	96
Глава 6. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ .....	98
6.1. Теория электролитической диссоциации .....	98
6.2. Степень и константа электролитической диссоциации .....	101
6.3. Активная концентрация ионов .....	105
6.4. Солевой эффект .....	107
6.5. Жесткость природной воды .....	108
6.6. Умягчение воды .....	110
Глава 7. РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ .....	113

7.1. Реакция соли с солью .....	113
7.2. Реакция соли с кислотой .....	116
7.3. Реакции с участием основных и кислых солей .....	116
7.4. Реакции образования слабых кислот и слабых оснований .....	118
7.5. Реакции с участием амфотерных гидроксидов .....	119
7.6. Теория кислот и оснований Бренстеда - Лаури .....	120
7.7. Ионное произведение воды. Водородный показатель pH .....	123
7.8. Гидролиз солей .....	127
7.9. Контрольные задания .....	135
Глава 8. СТРОЕНИЕ АТОМА И ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА .....	137
8.1. Строение электронных оболочек атомов .....	137
8.2. Периодичность изменения свойств элементов .....	146
8.3. Контрольные задания .....	151
Глава 9. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ .....	152
9.1. Общие положения .....	152
9.2. Метод валентных связей .....	156
9.3. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи .....	161
9.4. Свойства ковалентной связи .....	162
9.5. Метод молекулярных орбиталей .....	170
9.6. Межмолекулярное взаимодействие и водородная связь .....	173
9.7. Комплексные соединения .....	176
9.8. Контрольные задания .....	182
Глава 10. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ .....	184
10.1. Окислительно-восстановительные реакции .....	184

10.2. Образование электродных потенциалов .....	192
10.3. Гальванические элементы .....	199
10.4. Электролиз .....	210
10.5. Прикладная электрохимия .....	216
10.6. Методы оценки коррозионного разрушения .....	225
10.7. Методы борьбы с коррозией .....	226
10.8. Контрольные задания .....	233
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	235

Учебное издание

Рафаил Абдрахманович Апакашев

Валерий Васильевич Павлов

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ОБЩЕЙ ХИМИИ

*Учебное пособие*

Редактор изд-ва *Л. В. Устьянцева*

Компьютерная верстка *Н. Л. Кузиной*

Дизайн обложки *Л. А. Болотновой*

Подписано в печать . Бумага писчая. Формат 60 x 84 1/16.

Печать на ризографе. Гарнитура Times New Roman.

Печ. л. 15,00. Уч.-изд. л. 11,76. Тираж 150. Заказ .



Издательство УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.

Отпечатано с оригинал-макета в ООО «ИРА УТК».

620219, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 42.

Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО  
Методической комиссией  
горно-механического  
факультета «12» октября 2021  
г. Председатель комиссии  
Осипов П.А.

М. Л. Хазин

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ  
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания по самостоятельной работе студентов  
по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность  
для студентов очного, очно-заочного и заочного обучения

Екатеринбург, 2021

X12

Рецензенты: Тихонов И. Н., к-т. техн. наук, зав. кафедрой «Электронное машиностроение» УрФУ, Жуков Ю. Н., д-р. техн. наук, профессор кафедры «Электронное машиностроение» УрФУ

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры эксплуатации горного оборудования 21 сентября 2021 года (протокол № 1) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Хазин М. Л. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ: Методические указания по самостоятельной работе студентов. Урал. гос. горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 24 с.

В методических указаниях по самостоятельной работе приведена последовательность выполнения практических и самостоятельных работ по дисциплине «Материаловедение и технологии конструкционных материалов», изложена методика решения задач, даны задачи, вопросы для самопроверки по разделам.

Методические указания предназначены для студентов направлений 20.03.01 Техносферная безопасность, подготовка которых требует знаний по свойствам и применению металлических и неметаллических материалов.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Совершенствование производства, выпуск современных разнообразных машиностроительных конструкций, специальных приборов, машин и различной аппаратуры невозможны без дальнейшего развития производства и изыскания новых материалов, как металлических, так и неметаллических.

Материаловедение является одной из первых инженерных дисциплин, основы которой широко используются при курсовом и дипломном проектировании, а также в практической деятельности инженера-машиностроителя.

Прогресс в области машиностроения тесно связан с созданием и освоением новых, наиболее экономичных материалов, обладающих самыми разнообразными механическими и физико-химическими свойствами. Свойства материала определяются его внутренним строением, которое, в свою очередь, зависит от состава и характера предварительной обработки. В курсе "Материаловедение" изучаются физические основы этих связей.

## **ПРОГРАММА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

### **ЧАСТЬ I. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ**

#### **Строение металлов**

Материаловедение как наука о свойствах металлов и сплавов. Типы связи в твердых телах. Атомно-кристаллическое строение металлов. Процесс кристаллизации.

Рассмотрите типы химической связи в твердых телах, основное внимание обратите на особый тип металлической связи, который обуславливает отличительные свойства металлов: высокую электропроводность и теплопроводность, высокую пластичность и металлический блеск. Металлические тела характеризуются кристаллическим строением. Однако свойства реальных кристаллов определяются известными несовершенствами кристаллического строения. В связи с этим необходимо разобраться в видах несовершенств и особенно в строении дислокаций (линейных несовершенств), причинах их легкого перемещения в кристаллической решетке и влияния на механические свойства.

Термодинамические причины фазовых превращений являются одним из частных случаев общего закона природы: стремления любой системы

к состоянию с наименьшим запасом энергии (в данном случае свободной энергии). Уясните теоретические основы процесса кристаллизации, состоящего из двух элементарных процессов: зарождения и роста кристаллов, и влияния на эти параметры степени переохлаждения.

В процессе кристаллизации при формировании структуры литого металла решающее значение имеет реальная среда, а также возможность искус-

ственного воздействия на строение путем модифицирования.

### **Вопросы для самопроверки**

1. В чем сущность металлического, ионного и ковалентного типов связи?
2. Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?
3. Что такое элементарная ячейка?
4. Что такое полиморфизм?
5. Что такое параметр кристаллической решетки, плотность упаковки и координационное число?
6. Что такое мозаичная структура?
7. Виды дислокаций и их строение.
8. Каковы термодинамические условия фазового превращения?
9. Каковы параметры процесса кристаллизации?
10. Что такое переохлаждение?

### **Теория сплавов**

Сплавы, виды взаимодействия компонентов в твердом состоянии. Диаграммы состояния для случаев полной нерастворимости, неограниченной и ограниченной растворимости компонентов в твердом виде, а также для случая образования устойчивого химического соединения.

Необходимо отчетливо представлять строение металлов и сплавов в твердом состоянии. Уясните, что такое твердый раствор, химическое (металлическое) соединение, механическая смесь. Наглядное представление о состоянии любого сплава в зависимости от его состава и температуры дают диаграммы состояния. Нужно усвоить общую методику построения диаграмм состояния для различных случаев взаимодействия компонентов в твердом состоянии.

При изучении диаграмм состояния нужно уметь применять правило отрезков (для определения доли каждой фазы или структурной составляющей в сплаве), правило фаз (для построения кривых нагрева и охлаждения), определять химический состав фаз. С помощью правил Курнакова нужно уметь установить связь между составом, строением и свойствами сплава.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое компонент, фаза, физико-химическая система, число степеней свободы?
2. Приведите объяснение твердого раствора, механической смеси, химического (металлического) соединения.
3. Что представляют собой твердые растворы замещения и внедрения?
4. Как строятся диаграммы состояния?

5. Объясните принцип построения кривых нагрева и охлаждения с помощью правила фаз.

6. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования непрерывного ряда твердых растворов.

7. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии.

8. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования эвтектики, состоящей из ограниченных твердых растворов.

10. Каким образом определяются состав фаз и их количественное соотношение?

### **Пластическая деформация и механические свойства металлов**

Напряжения и деформация. Явление наклепа. Стандартные механические свойства: твердость; характеристики, определяемые при растяжении; ударная вязкость; сопротивление усталости.

Рассмотрите физическую природу деформации и разрушения. Внимание уделите механизму пластической деформации, ее влиянию на плотность дислокаций. Уясните связь между основными характеристиками, строением и механическими свойствами. Разберитесь в сущности явления наклепа и его практическом использовании.

Изучите основные методы исследования механических свойств металлов и физический смысл определяемых при разных методах испытания характеристик.

### **Вопросы для самопроверки**

1. В чем различие между упругой и пластической деформациями?
2. Как изменяется строение металла в процессе пластического деформирования?
3. Как изменяется плотность дислокаций при пластической деформации?
4. Как влияют дислокации на прочность металла?
5. Почему наблюдается огромное различие теоретической и практической прочности?
6. Как влияет изменение строения на свойства деформированного металла?
7. В чем сущность явления наклепа и какое он имеет практическое использование?
8. Какие характеристики механических свойств определяются при испытании на растяжение?
9. Что такое твердость?
10. Какие методы определения твердости вы знаете?

## **Влияние нагрева на структуру и свойства деформируемого металла**

Необходимо знать сущность рекристаллизационных процессов: возврата, первичной рекристаллизации, собирательной (вторичной) рекристаллизации, протекающих при нагреве деформированного металла. Уясните, как при этом изменяются механические, физико-химические свойства и размер зерна. Установите влияние состава сплава и степени пластической деформации на протекание рекристаллизационных процессов. Научитесь выбирать режим рекристаллизационного отжига. Уясните его практическое значение, различие между холодной и горячей пластическими деформациями.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве?
2. В чем сущность процесса возврата?
3. Что такое полигонизация?
4. Сущность процессов первичной и вторичной рекристаллизации.
5. Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на температуру рекристаллизации?
6. Что такое критическая степень деформации?
7. В чем различие между холодной и горячей пластическими деформациями?
8. Как изменяются строение и свойства металла при горячей пластической деформации?
9. Каково назначение рекристаллизационного отжига и как он осуществляется?

### **Железо и его сплавы**

Диаграмма состояния железо - цементит. Классификация железуглеродистых сплавов. ГОСТы на металлы и сплавы. Фазы, образуемые легирующими элементами в сплавах железа. Структурные классы легированных сталей. Чугуны.

Научитесь вычерчивать диаграмму состояния железо - цементит и определять все фазы и структурные составляющие этой системы. С помощью правила фаз постройте кривые охлаждения (или нагревания) для любого сплава; разберитесь в классификации железуглеродистых сплавов и усвойте, что различие между тремя классами (техническое железо, сталь, чугун) не является формальным (по содержанию углерода). Разные классы сплавов принципиально различны по структуре и свойствам. Технические железуглеродистые сплавы состоят не только из железа и углерода, но и обяза-

тельно содержат постоянные примеси, попадающие в сплав в результате предыдущих операций при выплавке.

Изучите влияние легирующих элементов на критические точки железа и стали и объясните, при каком сочетании углерода и соответствующего легирующего элемента могут быть получены легированные стали ферритного, перлитного, аустенитного и ледебуритного классов.

Уясните влияние постоянных примесей на строение чугуна и разберитесь в различии металлической основы серых чугунов разных классов. Запомните основные механические свойства и назначение чугунов различных классов и их маркировку. Обратите внимание на способы получения ковких и высокопрочных чугунов. Изучите физическую сущность процесса графитизации.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое феррит, аустенит, перлит, цементит и ледебурит?
2. Какие превращения происходят в сплавах при температурах  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ,  $A_{cm}$ ?
3. Каковы структуры серых чугунов? 1
4. Каковы структура и свойства технического железа, стали и белого чугуна?
5. Как влияют легирующие элементы на положение критических точек железа и стали?
6. Какие легирующие элементы являются карбидообразующими?
7. Какие легирующие элементы способствуют графитизации?
8. Как влияют легирующие элементы на свойства феррита и аустенита?
9. В чем отличие серого чугуна от белого?
10. Классификация и маркировка серых чугунов.

### **Теория термической обработки стали**

Превращения в стали при нагреве. Превращения переохлажденного аустенита. Мартенситное превращение и его особенности. Превращения аустенита при непрерывном охлаждении. Превращения при отпуске закаленной стали.

Теория и практика термической обработки стали - главные вопросы металловедения. Термическая обработка - один из основных способов влияния на строение, а следовательно, и на свойства сплавов.

При изучении превращений переохлажденного аустенита особое внимание обратите на диаграмму изотермического распада, устанавливающую связь между температурными условиями превращения, интенсивностью распада и строением продуктов превращения.

Изучите влияние легирующих элементов на кинетику и характер превращения аустенита в перлитной, промежуточной и мартенситной областях. В связи с влиянием легирующих элементов на диаграммы изотермического



распада аустенита рассмотрите причины получения различных классов по структуре (перлитного, мартенситного, аустенитного). Уясните влияние легирующих элементов на превращения при отпуске. Запомните, что легирующие элементы, как правило, затормаживают процессы превращений.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Механизм образования аустенита при нагреве стали.
2. Каковы механизмы и температурные районы образования структур перлитного типа (перлита, сорбита, тростита) и бейнита?
3. В чем различие между перлитом, сорбитом и троститом?
4. Что такое мартенсит и в чем сущность и особенности мартенситного превращения?
5. Что такое критическая скорость закалки?
6. От чего зависит количество остаточного аустенита?
7. В чем сущность превращений, происходящих при отпуске?
8. Как влияют легирующие элементы на перлитное превращение?
9. В чем сущность явления отпускной хрупкости?
10. Как влияют легирующие элементы на превращения при отпуске?

### **Технология термической обработки**

Основные виды термической обработки стали. Отжиг, нормализация, закалка, обработка холодом. Прокаливаемость стали. Отпуск стали. Поверхностная закалка.

Уясните влияние скорости охлаждения на структуру и свойства стали и физическую сущность процессов отжига, нормализации, закалки и обработки холодом. При изучении технологических процессов термической обработки особое внимание обратите на разновидности режимов и их назначение. Для выяснения причин брака при термической обработке стали следует прежде всего разобраться в природе термических и фазовых напряжений.

Уясните различие между закаливаемостью и прокаливаемостью стали, а также факторы, влияющие на эти характеристики. Разберитесь в способе получения высокопрочных деталей - термомеханической обработке.

Различные виды поверхностной закалки позволяют получить особое сочетание свойств поверхностного слоя и сердцевины, что приводит к повышению эксплуатационных характеристик изделия.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Приведите определения основных процессов термической обработки: отжига, нормализации и закалки.
2. Какие вам известны разновидности процесса отжига и для чего они применяются?
3. Какова природа фазовых и термических напряжений?

4. Какие вам известны разновидности закалки и в каких случаях они применяются?
5. Каковы виды и причины брака при закалке?
6. Какие Вам известны группы охлаждающих сред и каковы их особенности?
7. От чего зависит прокаливаемость стали и в чем ее технологическое значение?
8. Какие вам известны технологические приемы уменьшения деформации при термической обработке?
9. Для чего и как производится обработка холодом?
10. . В чем сущность и особенности термомеханической обработки.

### **Химико-термическая обработка стали и поверхностное упрочнение наклепом**

Физические основы химико-термической обработки. Цементация. Азотирование. Цианирование. Диффузионная металлизация. Дробеструйный наклеп.

При изучении основ химико-термической обработки следует исходить из того, что принципы химико-термической обработки едины. Процесс химико-термической обработки состоит из выделения атомов насыщающего вещества внешней средой, захвата (сорбции) этих атомов поверхностью металла и диффузии их внутрь металла. Поэтому рассмотрите реакции в газовой среде при цементации или азотировании и усвойте современные представления о процессе диффузии в металлах. В большинстве случаев насыщение может происходить из твердой, жидкой и газовой сред, а поэтому нужно знать наиболее удачные варианты насыщения для каждого метода химико-термической обработки и конечные результаты (поверхностное упрочнение и изменение физико-химических свойств).

Разберитесь в технологии проведения отдельных видов химико-термической обработки. Уясните преимущества и области использования цементации, азотирования, цианирования и различных видов диффузионной металлизации. Объясните влияние легирования на механизм формирования структуры поверхностного слоя. Рассмотрите сущность и назначение дробеструйного поверхностного наклепа и его влияние на эксплуатационные свойства деталей машин.

### **Вопросы для самопроверки**

1. В чем заключаются физические основы химико-термической обработки?
2. Химизм процесса азотирования.
3. Химизм процесса цементации.
4. Назначение цементации и режим термической обработки после нее.
5. Для каких целей и как производится нитроцементация?

6. Каковы свойства цементированных и азотированных изделий?
7. Химизм и назначение процесса цианирования.
8. Сущность и назначение процесса борирования.
9. Как изменяются свойства изделий при дробеструйной обработке и какова природа этих изменений?
10. Как влияет поверхностное упрочнение на эксплуатационные характеристики изделий?

### **Конструкционные стали**

Конструкционные стали общего назначения. Цементуемые, улучшаемые, пружинно-рессорные стали. Высокопрочные мартенситостареющие стали. Коррозионно-стойкие и жаростойкие стали и сплавы. Жаропрочные стали и сплавы.

Нужно усвоить принципы маркировки сталей и уметь по маркировке определить состав и особенности данной стали, а также иметь общее представление о разных группах стали.

Разберитесь во влиянии легирующих элементов на изменение структуры и свойств стали, особое внимание уделите технологическим особенностям термической обработки легированной стали различных групп.

Рассмотрите способы классификации, основные принципы выбора для различного назначения цементуемых, улучшаемых, пружинно-рессорных, износостойких, высокопрочных, нержавеющей, жаропрочных и других сталей.

При изучении жаропрочных сталей обратите внимание на особенности поведения металла в условиях нагружения при повышенных температурах. Уясните сущность явления ползучести и основные характеристики жаропрочности; каковы предельные рабочие температуры и области применения сталей различного структурного класса.

В качестве примеров указать две-три марки стали каждой группы, расшифровать состав, назначить режим термической обработки и охарактеризовать структуру, свойства и область применения.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Укажите химический состав сталей марок: 40, 20Х, 30ХГСА, 50Г, Г13, ШХ15, 18Х2Н4ВА, 5ХНМ, Х18Н9Т, Н18К8М5Т.
2. Как классифицируются конструкционные стали по технологии термической обработки?
3. Какие требования предъявляются к цементуемым изделиям?
4. Чем определяется выбор марки цементуемой стали для изделий различного назначения?
5. Какова термическая обработка цементуемых деталей?
6. Чем объясняется назначение процесса улучшения для конструкционной стали?

7. Как влияет степень легирования на механические свойства улучшаемой стали?

8. Какие требования предъявляются к рессорно-пружинным сталям?

9. Какие вы знаете износостойкие стали?

10. Каковы требования, предъявляемые к нержавеющей сталям?

### **Инструментальные стали**

Классификация и маркировка инструментальных сталей. Стали, не обладающие и обладающие теплостойкостью. Стали для режущего, измерительного и штампового инструмента. Твердые сплавы.

Изучите классификацию инструментальных сталей в зависимости от назначения инструмента и в связи с этим рассмотрите основные эксплуатационные свойства инструмента каждой группы. Особое внимание уделите быстрорежущим сталям. Уясните причины их высокой красностойкости и особенности термической обработки.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Укажите химический состав сталей марок: У10, 9ХС, ХВГ, Р18, Р18Ф2, Р9К10, Р9М4К8, Х12, 6ХВ2С, Х12М.

2. Как классифицируются инструментальные стали?

3. Требования, предъявляемые к сталям для режущего инструмента.

4. Приведите примеры углеродистых и легированных сталей, используемых для режущего инструмента.

5. Укажите и расшифруйте основные марки быстрорежущей стали.

6. Что представляют собой твердые сплавы?

7. Каковы свойства и преимущества твердых сплавов?

8. Укажите марки твердых сплавов, их состав и назначение.

### **Алюминий, магний и их сплавы**

Деформируемые и литейные сплавы.

Обратите внимание на основные преимущества алюминиевых и магниевых сплавов, связанные с их высокой удельной прочностью. Рассмотрите классификацию алюминиевых сплавов и обоснуйте технологический способ изготовления изделий из сплавов каждой группы. Разберитесь в основах теории термической обработки (старения) легких сплавов. Обоснуйте выбор способа упрочнения деформируемых и литейных сплавов.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Свойства и применение алюминия.

2. Как классифицируются алюминиевые сплавы?

3. Какие сплавы упрочняются путем термической обработки?

4. В чем сущность процесса старения?

5. Какие сплавы не упрочняются путем термической обработки?
6. Какие вы знаете литейные алюминиевые сплавы?
7. Какие вы знаете жаропрочные алюминиевые сплавы?
8. Какие вы знаете порошковые алюминиевые сплавы?
9. Каковы свойства магния?
10. Укажите свойства и назначение сплавов на основе магния.

### **Медь и ее сплавы**

Латуни и бронзы.

Изучите классификацию медных сплавов и уясните маркировку, состав, структуру, свойства и области применения разных групп медных сплавов.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Как влияют примеси на свойства чистой меди?
2. Как классифицируются медные сплавы?
3. Какие сплавы относятся к латуням?
4. Приведите несколько примеров латуней с указанием их состава, структуры, свойств и назначения.
5. Какие сплавы относятся к бронзам? Их маркировка и состав.
6. Укажите строение, свойства и назначение различных бронз.
7. Какой термической обработке подвергается бериллиевая бронза?

### **Композиционные материалы**

Обратите внимание на принципиальное отличие композиционного материала, заключающееся в сочетании разнородных материалов с четкой границей раздела между ними. В связи с тем, что композит обладает свойствами, которыми не может обладать ни один из его компонентов в отдельности, такие материалы становятся весьма перспективными в различных областях новой техники. Укажите свойства композитов в зависимости от вида матрицы и формы, размеров и взаимного расположения наполнителя. Уясните возможность использования композитов в качестве жаропрочных материалов и способы повышения их жаропрочности.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое композиты?
2. Как подразделяют композиты в зависимости от формы и размеров наполнителя?
3. Как подразделяют композиты по виду матрицы?
4. От чего зависят механические свойства композитов?
5. Какие композиционные материалы используют для работы при высоких температурах (жаропрочные)?

## **ЧАСТЬ II. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **Пластические массы**

В основе неметаллических материалов лежат полимеры. Обратите внимание на особенности строения полимеров, которые определяют их механические и физико-химические свойства. Классификация полимерных материалов. Свойства и области применения пластмасс.

Пластические массы - искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связывающих веществ, которые являются обязательными компонентами пластмасс. Изучите различные группы пластических масс, их свойства и области применения.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что лежит в основе классификации полимеров?
2. Какие материалы относятся к обратимым и необратимым полимерам?
3. Какие вы знаете наполнители пластмасс?
4. Для чего вводят в пластмассы отвердители?
5. Приведите примеры пластиков с твердыми наполнителями.
6. Укажите область применения термопластов и реактопластов.
7. В чем преимущества пластмасс по сравнению с металлическими материалами? Каковы их недостатки?

### **Резиновые материалы**

Как технический материал резина отличается от других материалов высокими эластичными свойствами, что связано со свойствами самой основы резины - каучука. Уясните состав резины, способы получения и влияние различных добавок на ее свойства. Подробно рассмотрите влияние порошковых и органических наполнителей на свойства резины, изучите физико-механические свойства и области применения резин различных марок.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что представляет собой резина?
2. Какие компоненты относятся к совмещающимся и как они влияют на свойства резины?
3. Объясните роль порошковых наполнителей.
4. В каких случаях применяются волокнистые наполнители?

### **Неорганические материалы**

Поскольку большинство неорганических материалов содержит раз-

личные соединения кремния с другими элементами, эти материалы получили общее название силикатных материалов. Обратите внимание на внутреннее строение неорганического стекла. Уясните сущность стеклообразного состояния как разновидности аморфного состояния вещества. Разберитесь в изменении свойств стекла в зависимости от состава. Рассмотрите стеклокристаллические материалы (ситаллы) и их отличие от стекла минерального. Уясните причины образования кристаллической структуры ситаллов.

При изучении керамических материалов обратите внимание на отличие технической керамики от обычной. Разберитесь в химическом и фазовом составе технической керамики, ее свойствах и области применения.

### **Вопросы для самопроверки**

Какие силикатные материалы относятся к минеральному стеклу?

Их отличительные свойства.

Как достигаются электроизоляционные или электропроводящие свойства стекла?

Объясните причины, вызывающие кристаллизацию ситаллов (стеклокристаллитов).

Укажите область применения ситаллов.

5. В чем отличие технической керамики от обычной? Укажите область ее применения.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ**

Задания на контрольные работы выдают индивидуально каждому студенту. Задание включает вопросы и задачи по основным разделам курса.

При выполнении контрольных работ студенты изучают методику выбора и назначения сталей и сплавов для изготовления конкретных деталей машин и различного вида инструментов, а также знакомятся с особенностями строения, технологией получения и областью применения наиболее распространенных неметаллических материалов. Одновременно студент должен научиться пользоваться рекомендуемыми справочными материалами, с тем чтобы уметь в дальнейшем правильно выбрать материал при курсовом и дипломном проектировании.

Перечень ГОСТов, необходимых для выполнения контрольных работ, приведен в приложении. Диаграмма состояния железо-цементит и диаграмма изотермического превращения аустенита эвтектоидной стали У8 также приведены в приложении (см. рис. 1 и 2).

### **ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ**

Вариант 1

1. Что такое ликвация? Виды ликвации, причины их возникновения и способы устранения.

2. Дайте определение ударной вязкости (KCV). Опишите методику измерения этой характеристики механических свойств металла.

3. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,6% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 45...50 HRC. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае.

5. Как изменяются структура и свойства стали 40 и У12 в результате закалки от температуры 750 и 850° С. Объясните с применением диаграммы состояния железо-цементит. Выберите оптимальный режим нагрева под закалку каждой стали.

#### Вариант 2

1. Как и почему скорость охлаждения при кристаллизации влияет на строение слитка?

2. Из листа свинца путем прокатки при комнатной температуре была получена тонкая фольга. Твердость и прочность этой фольги оказались такими же, как у исходного листа. Объясните, какие процессы происходили при пластической деформации свинца и какими изменениями структуры и свойств они сопровождались.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,8% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму состояния железо -цементит и кривую изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, назначьте для углеродистой стали 40 температуру закалки и температуру отпуска, необходимые для обеспечения твердости 400 НВ. Опишите превращения на всех этапах термической обработки и получаемую структуру.

5. Для каких целей применяется диффузионный отжиг? Как выбирается режим такого отжига? Приведите примеры.

#### Вариант 3

1. Опишите виды твердых растворов. Приведите примеры.

2. Дайте определение твердости. Какими методами измеряют твердость металлов и сплавов? Опишите их.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,2% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?



4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 150 НВ. Укажите, как этот режим называется и какая структура получается в данном случае.

5. С помощью диаграммы состояния железо-цементит обоснуйте выбор режима термической обработки, применяемой для устранения цементитной сетки в заэвтектоидной стали. Дайте определение выбранного режима обработки и опишите превращения, которые происходят при нагреве и охлаждении.

#### Вариант 4

1. Опишите физическую сущность и механизм процесса кристаллизации.

2. Для чего проводится рекристаллизационный отжиг? Как назначается режим этого вида обработки? Приведите несколько конкретных примеров.

3. Опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,4 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму изотермического превращения аустенита, объясните, почему нельзя получить в стали чисто мартенситную структуру при охлаждении ее со скоростью меньше критической?

5. После термической обработки углеродистой стали получена структура цементит + мартенсит отпуска. Нанесите на диаграмму состояния железо-цементит ординату заданной стали (примерно) и обоснуйте температуру нагрева этой стали под закалку. Так же укажите температуру отпуска.. Опишите превращения, которые произошли при термической обработке.

#### Вариант 5

1. Что такое ограниченные и неограниченные твердые растворы? Каковы необходимые условия образования неограниченных твердых растворов?

2. Опишите сущность явления наклепа и примеры его практического использования.

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава содержащего 1,1% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. При непрерывном охлаждении стали У8 получена структура троостит + мартенсит. Нанесите на диаграмму изотермического превращения аустенита кривую охлаждения, обеспечивающую получение данной структуры. Укажите интервалы температур превращений и опишите характер превращения в каждом из них.

5. С помощью диаграммы состояния железо - цементит установите температуру полной и неполной закалки для стали 45 и опишите структуру и свойства стали после каждого вида термической обработки.

#### Вариант 6

1. Начертите диаграмму состояния для случая ограниченной растворимости компонентов в твердом виде. Укажите структурные составляющие во всех областях этой диаграммы и опишите строение типичных сплавов раз-

личного состава, встречающихся в этой системе.

2. Волочение медной проволоки проводят в несколько переходов. В некоторых случаях проволока на последних переходах рвется. Объясните причину рывка и укажите способ его предупреждения.

3. Опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 0,5 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 200 НВ. Укажите, как этот режим называется и какая структура получается в этом случае.

5. Используя диаграмму состояния железо-цементит, установите температуры нормализации, отжига и закалки для стали У12. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали после каждого вида обработки.

#### Вариант 7

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу. Какое практическое значение оно имеет?

2. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве, какие процессы происходят при этом?

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 0,7 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей твердость 20...25 HRC. Укажите, как этот режим называется и какая структура образуется в данном случае.

5. Плашки из стали УНА закалены: первая - от температуры 760° С, вторая - от температуры 850° С. Используя диаграмму состояния железо - цементит, укажите температуры закалки, объясните, какая из этих плашек закалена правильно, имеет более высокие режущие свойства и почему.

#### Варианта 8

1. В чем сущность процесса модифицирования? Приведите пример использования модификаторов для повышения свойств литейных алюминиевых сплавов.

2. В чем различие между холодной и горячей пластической деформацией? Опишите особенности обоих видов деформации.

3. Опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 5,0 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Углеродистые стали 35 и У8 после закалки и отпуска имеют структуру мартенсит отпуска и твердость: первая 45 HRC, вторая - 60 HRC. Используя диаграмму состояния железо - цементит и учитывая превращения, происходящие при отпуске, укажите температуру закалки и температуру отпуска для каждой стали. Опишите превращения, происходящие в этих сталях

в процессе закалки и отпуска, и объясните, почему сталь У8 имеет большую твердость, чем сталь 35.

5. Сталь 40 подвергалась закалке от температур 760 и 840° С. С помощью диаграммы состояния железо-цементит укажите, какие структуры образуются в каждом случае. Объясните причины образования разных структур и рекомендуйте оптимальный режим нагрева под закалку данной стали.

#### Вариант 9

1. Охарактеризуйте особенности металлического типа связи и основные свойства металлов.

2. Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается прочность металлов и сплавов? Как эти характеристики определяются?

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 4,8 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. С помощью диаграммы состояния железо-цементит установите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 20, Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали.

5. Почему для изготовления инструмента применяется сталь с исходной структурой зернистого перлита? В результате какой термической обработки можно получить эту структуру? Приведите конкретный режим для любой инструментальной стали.

#### Вариант 10

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к титану. Какое практическое значение оно имеет?

2. Каким способом можно восстановить пластичность холоднокатаной медной ленты? Назначьте режим термической обработки и опишите сущность происходящих процессов.

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 1,4% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима термической обработки, обеспечивающей получение твердости 60...63 HRC. Укажите, как этот режим называется и какая структура при этом получается. Опишите сущность происходящих превращений.

5. С помощью диаграммы состояния железо-цементит опишите структурные превращения, происходящие при нагреве доэвтектоидной стали. Покажите критические точки АС1 и АС3 для выбранной вами стали. Установите режим нагрева этой стали под закалку. Охарактеризуйте процесс закалки, опишите получаемую структуру и свойства стали.

## ЛИТЕРАТУРА

Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И. и др. Материаловедение: учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2008. 648 с.

Батышев А. И., Безпалько В. И., Смолькин А. А. Материаловедение и технология материалов М.: Изд-во Инфра-М, 2012. 288 с.

Богодухов С. И., Козик Е. С.. Материаловедение: учеб. для вузов. М.: Машиностроение, 2015. 504 с.

Бондаренко, Г. Г. Кабанова Т. А., Рыбалко В. В. Материаловедение: учебник для бакалавров / под ред. Г. Г. Бондаренко. 2-е изд. М.: Юрайт, 2014. 359 с.

Комаров О. С., Керженцева А. Ф., Макаева Г. Г. Материаловедение в машиностроении. М.: Высшая школа. 2009. 304 с.

Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. М.: Машиностроение, 2009. 528 с.

Хазин М. Л. Материаловедение: методические материалы. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2008. 208 с.

Хазин М. Л. Материаловедение: учебно-практическое пособие. Урал. гос. горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 184 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

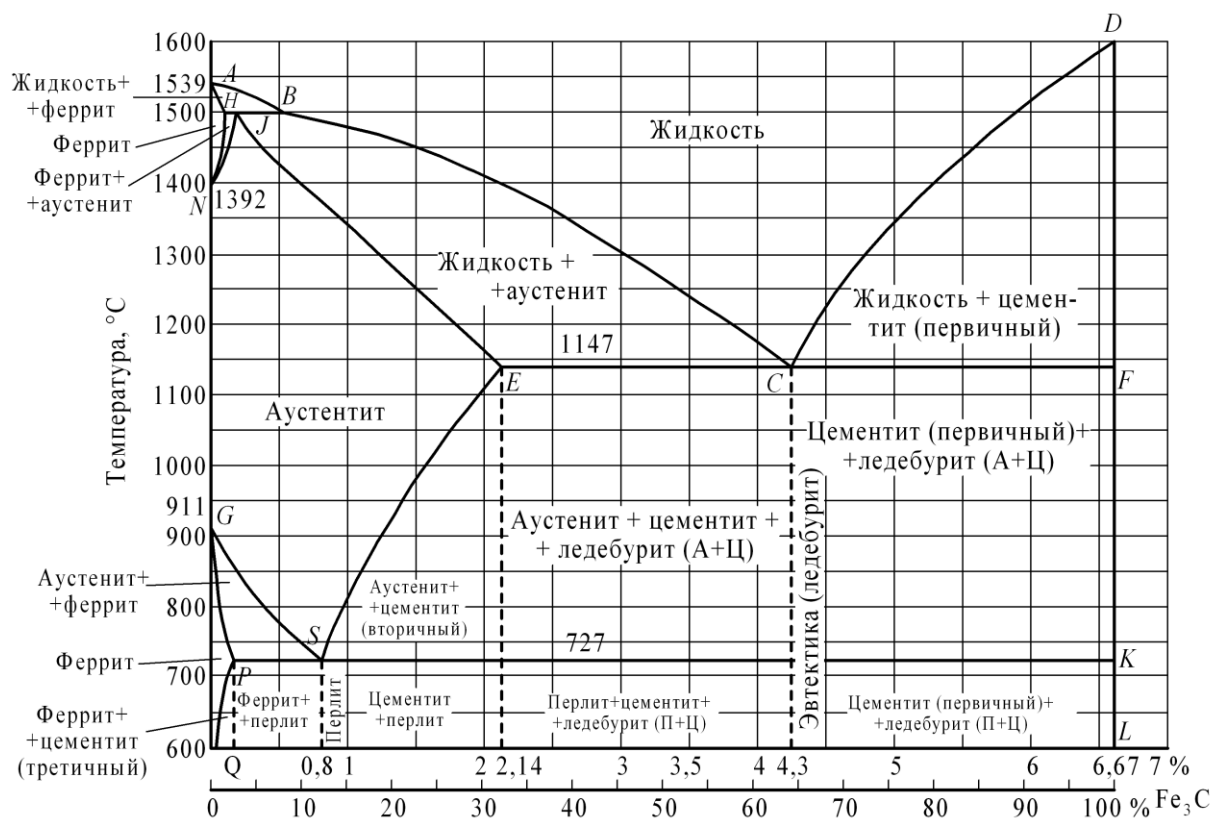


Рисунок 1 – Диаграмма состояния железо-цементит

### Перечень ГОСТов на стали и сплавы

#### 1. Сталь

Углеродистая обыкновенного качества – ГОСТ 380-71

Углеродистая качественная – ГОСТ 1050-74

Легированная, конструкционная, качественная, рессорно-пружинная –  
ГОСТ 1050-74

Углеродистая инструментальная – ГОСТ 1435-74

Легированная инструментальная – ГОСТ 5950-73

Подшипниковая – ГОСТ 801-78

Быстрорежущие стали – ГОСТ 19265-73

Конструкционный повышенной и высокой обрабатываемости резанием –  
ГОСТ 1414-75

Жаростойкие и жаропрочные – ГОСТ 5632-72

Коррозионностойкие – ГОСТ 5632-72

Сплавы твердые спеченные – ГОСТ 3882-74

Магнитотвердые (для постоянных магнитов) – ГОСТ 6862-71

Электротехнические – ГОСТ 21427.0-75...

ГОСТ 21427.3-75

#### 2. Чугун

Серый – ГОСТ 1412-79

Ковкий – ГОСТ 1215-79  
Высокопрочный – ГОСТ 7293-85  
Жаростойкий – ГОСТ 7769-75  
3. Алюминий и его сплавы  
Алюминий – ГОСТ 11069-74  
Деформируемые – ГОСТ 4784-74  
Литейные – ГОСТ 2685-75  
4. Медь и ее сплавы  
Медь ГОСТ 859 – 78  
Латунь двойная и многокомпонентная  
деформируемая – ГОСТ 15527-70  
Латунь литейная – ГОСТ 17711-80  
Бронза оловянистая деформируемая – ГОСТ 5017-74  
Бронза безоловянистая деформируемая – ГОСТ 18175-78  
Бронза оловянистая литейная – ГОСТ 613-79  
Бронза безоловянистая литейная – ГОСТ 493-79  
Медно-никелевые сплавы – ГОСТ 492-73  
5. Титановые сплавы – ГОСТ 19807-74  
6. Антифрикционные сплавы  
Алюминиевые – ГОСТ 14113-78  
Цинковые – ГОСТ 21437-75  
Баббиты – ГОСТ 1320-74  
7. Магний и его сплавы  
Магний – ГОСТ 804-72  
Деформируемые – ГОСТ 14957-76  
Литейные – ГОСТ 2856-79

Учебное издание

Хазин Марк Леонтьевич

## МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Учебно-практическое пособие  
по выполнению практических и  
самостоятельных работ  
для студентов очного, очно-заочного и заочного обучения  
направления  
20.03.01 Техносферная безопасность

Редактор Л. В. Устьянцева

Компьютерная верстка автора

Подписано в печать  
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16.  
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе. Печ. л.  
1,51. Уч.-изд. л. 1,71. Тираж 100. Заказ №

Издательство УГГУ  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 Уральский  
государственный горный университет Отпечатано с  
оригинал-макета  
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому  
комплексу  
С.А. Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

### Б1.О.15 РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Направление подготовки  
**20.03.01 Техносферная безопасность**

Профиль

**Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности**

Одобрена на заседании кафедры

Философии и культурологии

*(название кафедры)*

Зав. кафедрой

*(подпись)*

Беляев В. П.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 01.09.2021

*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета

*(название факультета)*

Председатель

*(подпись)*

Колчина Н. В.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 2 от 08.10.2021

*(Дата)*

Екатеринбург



## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
	Заключение	20
	Список использованных источников	21

Автор: Гладкова И. В., доцент, к. ф. н

## ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

**Самостоятельная работа студента (СРС)** - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

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.

**Самостоятельная работа студента** - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;

- освоение информации и ее логическая переработка;
- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

*Аудиторная самостоятельная работа* по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

*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: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблеме;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

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. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

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.

Подготовка к самостоятельной работе, 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.

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..

## 1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить опiski, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тестов по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

## 2. 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***

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. 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>1</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>2</sup>.

---

<sup>1</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>2</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)

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. Объем времени на подготовку к устному опросу зависит от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

### 3. Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

*Доклад должен соответствовать следующим требованиям:*

- тема доклада должна быть согласована с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны соответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

#### ***Общая структура доклада***

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

#### ***Вступление.***

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;



- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

**Основная часть.**

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

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 должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

**Заключение.**

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

<i>Критерии оценки доклада, сообщения</i>	<i>Количество баллов</i>
Содержательность, информационная насыщенность доклада	2
Наличие аргументов	2
Наличие выводов	2
Наличие презентации доклада	2
Владение профессиональной лексикой	2
Итого:	10

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

#### 4. Методические рекомендации по написанию эссе

*Эссе* - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную 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 - 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.*

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.

## 5. 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 подведением итогов обсуждения, 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, 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. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

## 6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия*, где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

*Дискуссия* (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

*Дискуссия* обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обуславливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

*Дискуссия- диалог* чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

*Дискуссия - спор* используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,
- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;
- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;
- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;
- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

**Подготовка студентов к дискуссии:** если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

**В проведении дискуссии** выделяется несколько этапов.

**Этап 1-й, введение в дискуссию:** формулирование проблемы и целей дискуссии; определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

**Этап 2-й, обсуждение проблемы:** обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

**Этап 3-й, подведение итогов обсуждения:** выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

## 7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

*Экзамен (зачет)* - 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 попадет 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 неусттомительный 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 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.

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.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

## 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 для *HR*;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html>
2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолГГУ, Волгоград, 2006. - С.5.

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ .....	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ.....	5
3. ПРОЕКЦИОННЫЙ ЧЕРТЕЖ .....	10
4. ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ .....	13
5. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ .....	24
6. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	28
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	32
ПРИЛОЖЕНИЕ I.....	33

## **ВВЕДЕНИЕ**

Основным методом построения геометрических моделей пространственных объектов является метод проецирования.

Частным случаем метода проецирования является метод Монжа. Он сводится к ортогональному проецированию объекта на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Таким образом, получаемый комплексный чертеж состоит из трех проекций: фронтальной, горизонтальной и профильной. По терминологии стандарта эти проекции называются соответственно: вид спереди, вид сверху и вид слева.

Вторым распространенным методом построения чертежа является аксонометрия. При получении аксонометрического чертежа объект вместе с системой Декартовых координат проецируется на плоскость проекций. Коэффициенты искажения по осям зависят от взаимного расположения системы координат и плоскости проекций. Если эти коэффициенты известны, то изображение, полученное на плоскости проекций, является обратимым. Такое изображение в дальнейшем будет называться аксонометрическим чертежом или просто аксонометрией.

При выполнении данного задания студент должен ознакомиться с основными положениями стандартов ЕСКД (Единой системой конструкторской документации) устанавливающих правила выполнения и оформления чертежей.

При выполнении задания «Геометрическое моделирование пространственных форм» студент должен научиться осуществлять переход от одной модели к другой и обратно, а также строить третью проекцию предмета по двум заданным. Эти действия позволяют в значительной мере совершенствовать пространственное мышление студента. Данная работа состоит из шести разделов, в которых приведены все данные для выполнения задания, а также список рекомендуемой литературы.

## **1. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ**

Графическая работа «Геометрическое моделирование пространственных форм» состоит из четырех чертежей формата А3 (297×420 мм). Чертежи должны быть выполнены в масштабе 1:1. Пример выполнения графической работы представлен в прил. I.

На первом листе необходимо выполнить комплексный чертеж детали, содержащий необходимые виды и разрезы, проставить необходимые размеры.

На втором листе по данному комплексному чертежу необходимо выполнить аксонометрическую проекцию детали, проставить необходимые размеры.

На третьем листе по двум изображениям детали выполнить комплексный чертеж, содержащий необходимые виды и разрезы, проставить размеры.

На четвертом листе по двум изображениям детали выполнить комплексный чертеж, содержащий необходимые виды и разрезы, проставить размеры.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

### 2.1. Общие указания

Для выполнения графической работы «Геометрическое моделирование пространственных форм» необходимо изучить стандарты ЕСКД «Общие правила выполнения чертежей».

Разрезы необходимо выполнять такие, которые позволяют наилучшим образом выявить внутренние формы деталей.

Размеры следует наносить после выполнения изображений данной детали.

Изображение на чертеже должно быть рациональным. Компонка должна быть такой, чтобы поле чертежа было заполнено равномерно (примерно на 75 %). К компоновке чертежа приступают после определения необходимого количества изображений.

Все построения выполняют в тонких линиях. Обводят построенное изображение детали после того, как его проверил преподаватель.

### 2.2. Оформление формата

Чертежи выполняются на листах чертежной бумаги определенных форматов, размеры которых устанавливает ГОСТ 2.301-68.

Формат листа определяется размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией (рис. 1), по которой производится его обрезка.

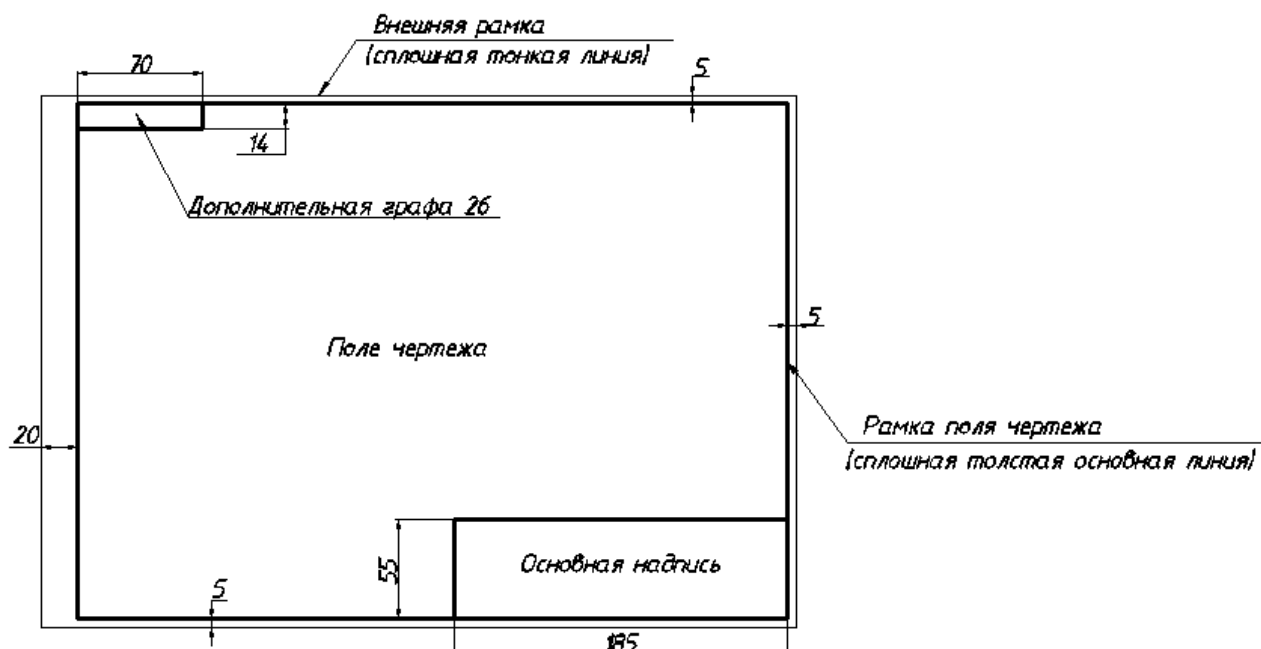


Рис. 1. Оформление формата листа А3

Обозначение и размеры сторон форматов, принятых за основные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные форматы

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

Кроме основных допускается применение дополнительных форматов. Они получаются увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную размерам формата A4.

Каждый чертеж имеет рамку, которая ограничивает поле чертежа. Рамку проводят сплошными основными линиями: с трех сторон – на расстоянии 5 мм от внешней рамки, а слева – на расстоянии 20 мм (для подшивки чертежа).

В правом нижнем углу формата A3 студент выполняет основную надпись – форма 1 по ГОСТ 2.104-68. Пример заполнения основной надписи чертежа представлен на рис. 2. В левом верхнем углу формата выполняется дополнительная графа 26 (14×70 мм).

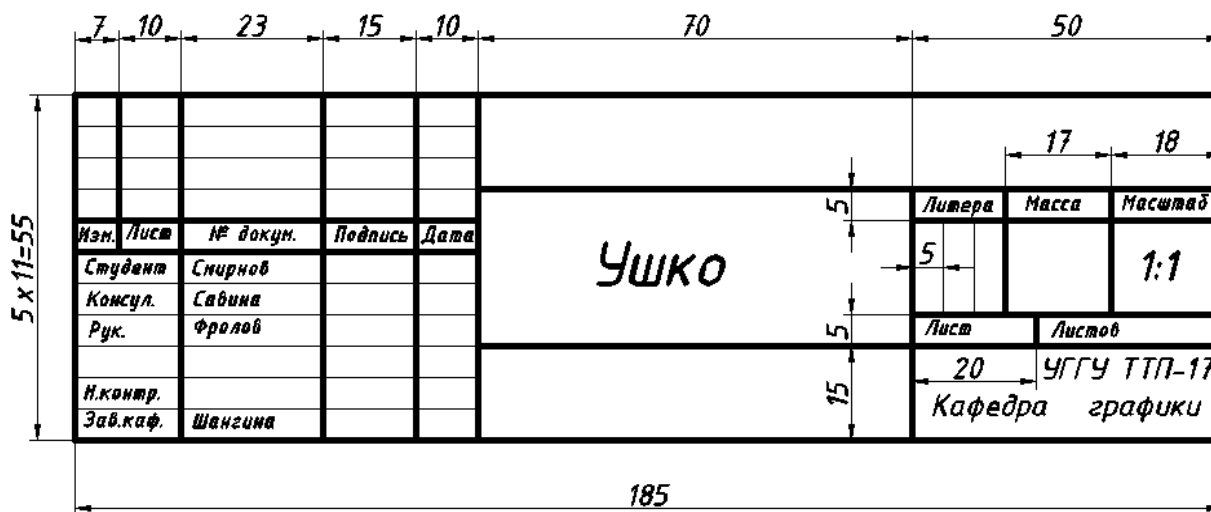


Рис. 2. Пример заполнения основной надписи чертежа

При заполнении основной надписи указывают наименование детали в именительном падеже единственного числа.

Буквы и цифры в основной надписи, как и на всем чертеже, выполняют чертежным шрифтом.



На листах формата А4 основная надпись располагается только вдоль короткой стороны листа (рис. 3).



Рис. 3. Расположение основной надписи на формате А4

### 2.3. Масштабы

Детали на чертеже в зависимости от их сложности и размеров могут изображаться в натуральную величину, с увеличением или с уменьшением.

**Масштабом** называется отношение линейных размеров детали на чертеже к ее действительным размерам.

Масштабы изображений и их обозначение на чертежах устанавливает ГОСТ 2.302-68.

Крупные по габаритам детали вычерчивают в масштабе уменьшения (1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5 и т. д.). Мелкие детали вычерчивают в масштабе увеличения (2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1 и т. д.).

Основной масштаб, в котором выполнен чертеж, указывают в определенной графе основной надписи.

Следует помнить, что при любом масштабе на чертеже указывают истинные (действительные) размеры изображенного предмета.

### 2.4. Начертание и основные назначения линий (линии чертежа)

При оформлении чертежей используются различные линии, назначение и начертание которых устанавливает ГОСТ 2.303-68 (табл. 2).

Сплошная основная линия имеет толщину  $S$  от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины изображения и формата чертежа.

Толщина линий одного типа должна быть одинаковой для всех изображений выполняемого чертежа, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Вычерчивание симметричных изображений начинается обычно с проведения осевых линий.

Центр окружности изображают пересечением больших штрихов. Осевые и центровые линии выходят за контур изображения на 3...5 мм.

Штрих-пунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности менее 12 мм.

## Наименование, начертание и назначение линий (ГОСТ 2.303-68)

Наименование и начертание	Толщина линии	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная 	$S$	- линии видимого контура - линии контура вынесенного сечения - линии контура входящего в состав разреза
2. Сплошная тонкая 	от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	- линии выносные и размерные - линии штриховки - линии контура наложенного сечения - линии-выносок - полки линий-выносок
3. Сплошная волнистая 		- линии обрыва - линии разграничения вида и разреза - линии контура входящего в состав разреза
4. Штриховая 		- линии невидимого контура
5. Штрих-пунктирная 		- линии осевые и центровые - линии сечений, являющихся осями симметрии вынесенных сечений
6. Разомкнутая 	от $S$ до $1\frac{1}{2}S$	- линии сечений

## 2.5. Шрифты чертежные

**Шрифтом** называется графическая форма изображения букв, цифр и условных знаков, которые используются при выполнении чертежей и других технических документов.

ГОСТ 2.304-81 устанавливает чертежные шрифты, наносимые на чертежах и других технических документах.

Чертежный шрифт бывает без наклона к основанию строки и с наклоном под углом  $75^\circ$  к основанию строки. Стандарт устанавливает также два типа шрифта: А и Б. Для шрифта типа А толщина линий букв и цифр  $d$  равна  $1/14h$ , а для шрифта типа Б –  $1/10h$ , где  $h$  – **размер шрифта** – величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах, измеряемой перпендикулярно к основанию строки.

Высота строчных букв  $c$  определяется из отношения их высоты (без отростков) к размеру шрифта  $h$ , например,  $c = 7/10h$ .

Стандартные размеры шрифта тип Б с наклоном приведены в таблице 3.

Таблица 3

Шрифт типа Б

Параметры шрифта	Обозначение	Размеры, мм							
		1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
высота прописных букв	$h$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
высота строчных букв	$c$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0

Более подробные сведения о начертании букв прописных, строчных и цифр русского алфавита (кириллицы) представлены в ГОСТ 2.304-81.

### 3. ПРОЕКЦИОННЫЙ ЧЕРТЕЖ

#### 3.1. Способы проецирования

**Чертеж** – графическое изображение предмета, определяющее его форму и размеры, выполненное согласно определенным правилам проецирования с применением общепринятых изображений и обозначений.

Чертеж можно рассматривать как плоскую геометрическую модель отображенных на нем указанных объектов.

**Проецирование** – это процесс отображения предмета на какую-либо поверхность. Получившееся при этом изображение называют **проекцией** предмета.

Элементами проецирования, являются:

- центр проецирования  $S$  – точка, из которой производится проецирование;
- объект проецирования ( $\Delta ABC$ );
- плоскость проекций  $H$  – плоскость, на которую производится проецирование;
- проецирующие лучи – воображаемые прямые, с помощью которых производится проецирование;
- проекция ( $\Delta A'B'C'$ ) или изображение – результат проецирования. Аппарат проецирования представлен на рис. 4.

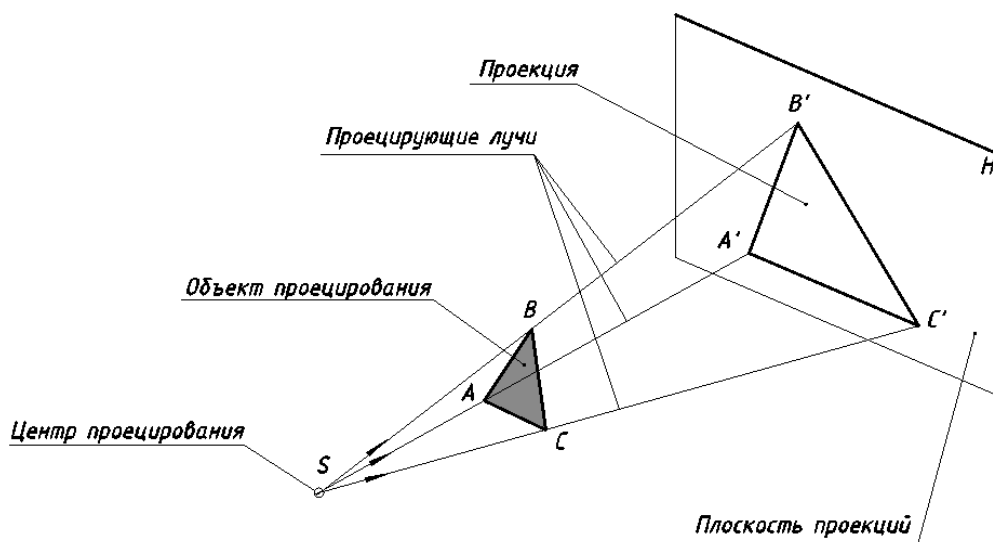


Рис. 4. Аппарат проецирования

Различают центральное и параллельное проецирование.

При центральном проецировании все проецирующие лучи исходят из одной точки – центра проецирования, находящегося на определенном расстоянии от плоскости проекций (рис. 5, а). Метод центрального проецирования используется при построении перспективы, в строительном черчении и рисовании.

При параллельном проецировании все проецирующие лучи параллельны между собой. На рис. 5, б, в показан аппарат параллельного проецирования косоугольного и прямоугольного. Центр проецирования предполагается удаленным в бесконечность. Если проецирующие лучи составляют с плоскостью проекций угол отличный от  $90^\circ$ , то такие параллельные проекции называются **косоугольными** (рис. 5, б). Если проецирующие лучи составляют с плоскостью проекций прямой угол, то такие параллельные проекции называются **прямоугольными** (рис. 5, в).

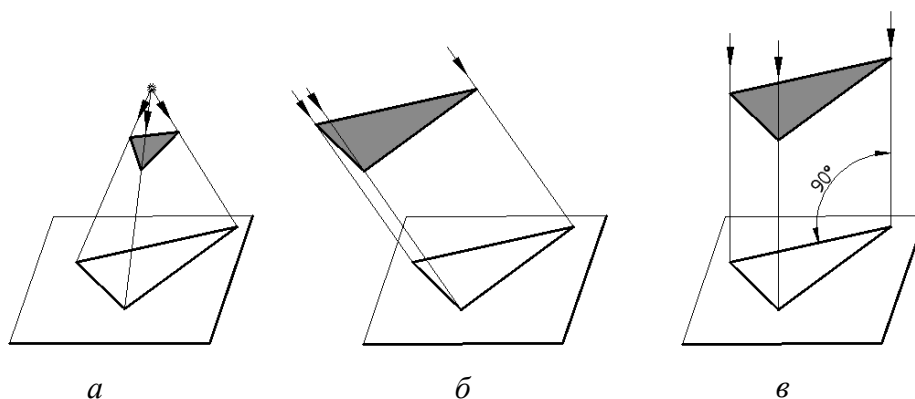


Рис. 5. Проецирование: а – центральное, б – параллельное косоугольное, в – параллельное прямоугольное

Чертеж в системе прямоугольных проекций дает достаточно полные сведения о форме и размерах предмета.

### 3.2. Ортогональные проекции

В основе построения проекционного чертежа заложен метод прямоугольного проецирования на две или три взаимно перпендикулярные плоскости проекций (ортогонального: «orthos» – прямой и «gonia» – угол).

При прямоугольном проецировании угол между проецирующим лучом и плоскостью проекций составляет  $90^\circ$ .

Объектом проецирования являются предметы, которые можно представить, как множество точек, прямых (линий), плоскостей, поверхностей, совокупность которых образует элементы предмета – ребра, грани, вершины, окружности и т. д. Приступать к выполнению задания следует лишь после того, как студент освоил построение проекций таких элементов, как точка, отрезок прямой, плоские фигуры, поверхности вращения.

Деталь ориентируют в пространстве таким образом, чтобы основные ее измерения были параллельны или перпендикулярны плоскостям проекций. Затем деталь разбивают на простые элементы и последовательно проецируют их на плоскости проекций. При этом элементы параллельные плоскостям проекций проецируются на них в натуральную величину, а проекции объектов перпендикулярных плоскостям проекций являются вырожденными.

Наглядное изображение детали и аппарата проецирования на три плоскости проекций представлено на рис. 6.

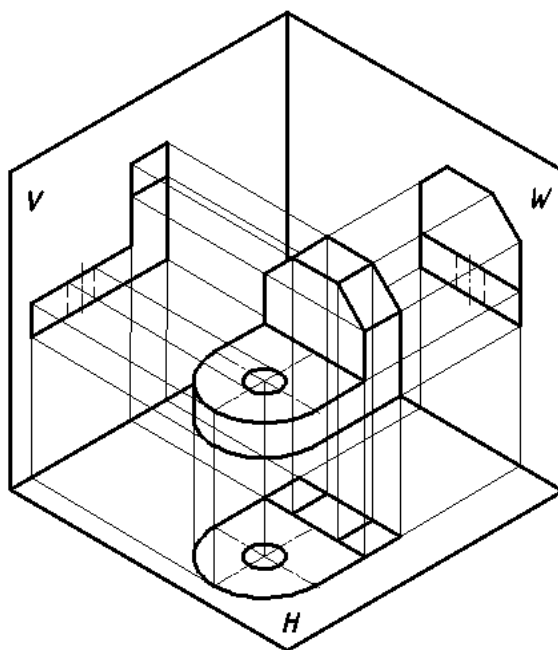


Рис. 6. Наглядное изображение ортогонального проецирования

Каждая проекция детали является проекцией всех его элементов. Невидимые на данной проекции элементы изображаются штриховой линией.

На чертеже детали ее проекции связаны между собой линиями проекционной связи, которые не изображаются (рис. 7). Их используют только в процессе построения.

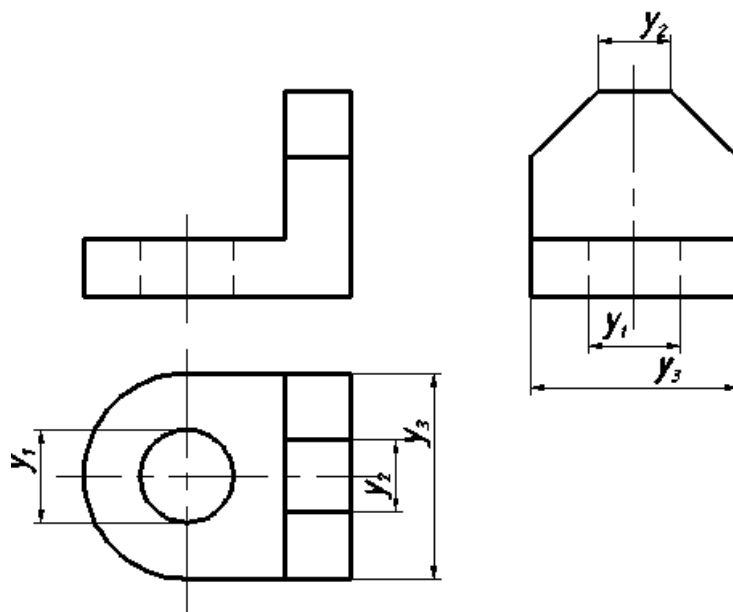


Рис. 7. Ортогональные проекции детали

#### 4. ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

Изображение предметов выполняют, применяя метод прямоугольного проецирования предполагая, что объект расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба. Развертывают грани куба так, чтобы его грани совместились с фронтальной плоскостью проекций. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Деталь следует располагать относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах детали (ее внешней и внутренней конфигурации).

По содержанию изображения на чертеже разделяются на виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-68).

Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным, для того чтобы дать полное представление о форме и размерах детали.

##### 4.1. Виды

**Вид** – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности детали. Название видов зависит от того, с какой стороны рассматривают деталь при проецировании. Различают основные, дополнительные и местные виды.

**Основными** называются виды, расположенные на любой из шести основных плоскостей с сохранением связи между ними (рис. 8).

1. Вид спереди – главный вид;
2. Вид сверху – под видом спереди;

3. Вид слева – справа от главного;
4. Вид справа – слева от главного;
5. Вид снизу – над главным видом;
6. Вид сзади – справа от вида слева.

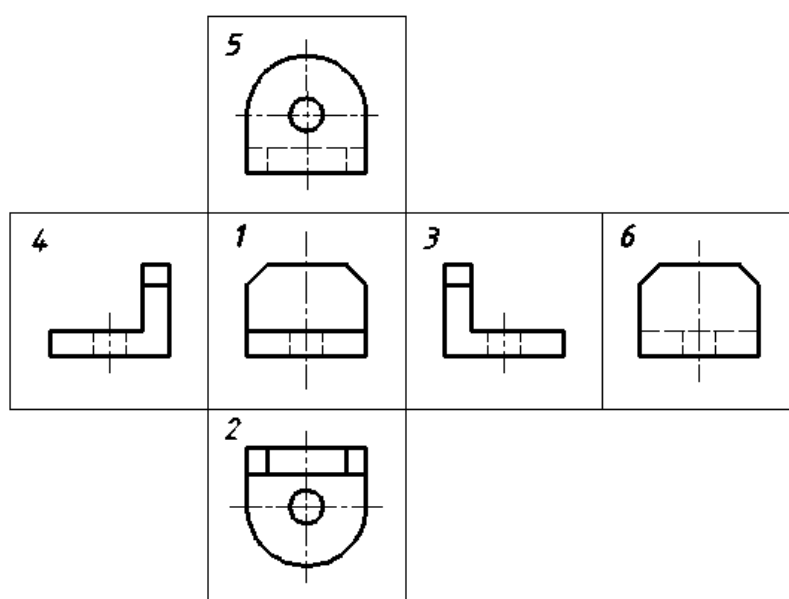
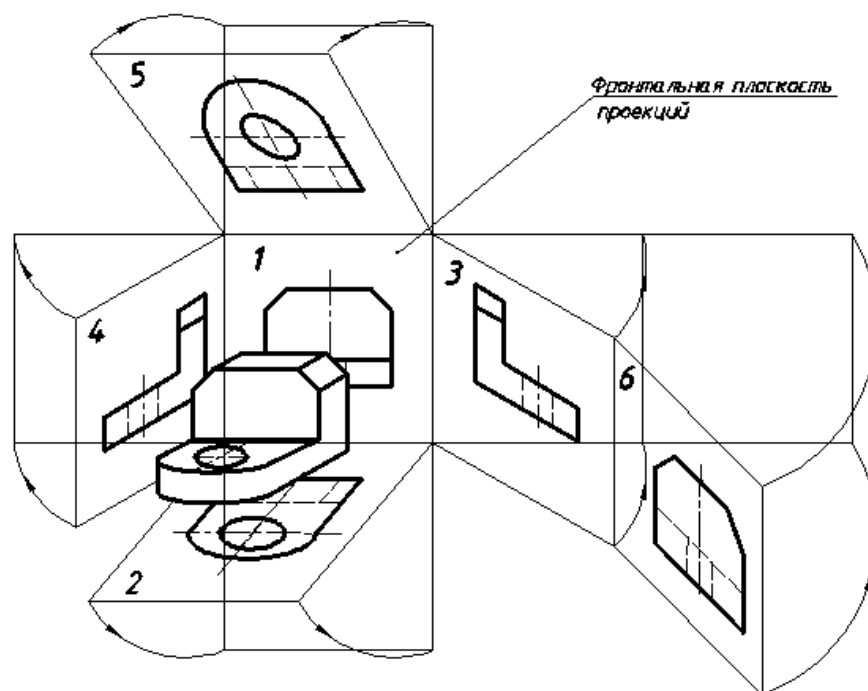


Рис. 8. Основные плоскости проекций

При выполнении задания «Геометрическое моделирование пространственных форм» используют только три основных вида:

1. Вид спереди – главный вид (соответствует фронтальной проекции).
2. Вид сверху (соответствует горизонтальной проекции).
3. Вид слева (соответствует профильной проекции).



С остальными тремя видами (вид справа, вид снизу, вид сзади) студенты знакомятся при выполнении следующих графических работ.

Главный вид должен давать наиболее полное представление о внешней и внутренней конфигурации детали. Остальные виды располагаются относительно главного вида в проекционной связи (рис. 7).

Когда виды изображены не в проекционной связи с изображением на фронтальной плоскости проекций или они изображены на разных листах, то такие виды должны быть обозначены направлением взгляда (проецирования), изображается стрелкой и обозначается прописными буквами русского алфавита (в алфавитном порядке), которые ставятся рядом со стрелкой. Над этим видом ставится та же буква (рис. 9). Размер буквы прописывается в два раза больше, чем размерные числа. Стрелка, указывающая направление взгляда, должна быть в два раза больше размерных стрелок.

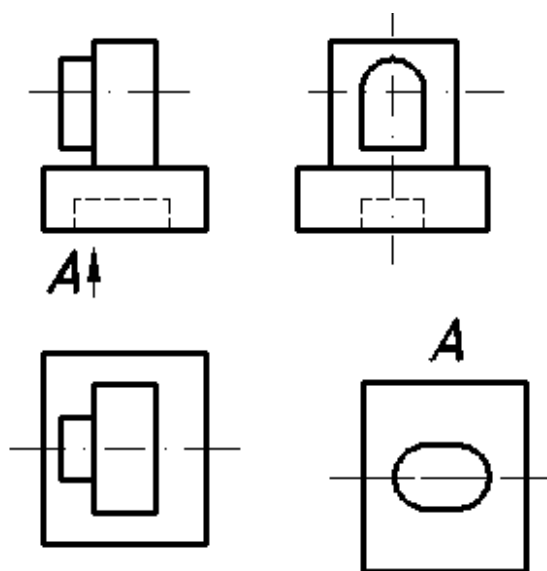


Рис. 9. Обозначение вида, выполненного не в проекционной связи

### **Выбор главного вида**

Главный вид располагается на фронтальной плоскости проекций. Главное изображение должно соответствовать расположению детали при выполнении основной операции технологического процесса ее изготовления.

У типовых деталей главное изображение располагается следующим образом:

1. Детали, имеющие форму тел вращения (валики, оси, штуцеры, втулки, пробки) обычно изображают горизонтально, т. е. параллельно основной надписи чертежа. Такое изображение обусловлено положением детали при ее обработке на станке.

2. Корпуса, крышки, фланцы и другие подобные детали, изготавливаемые обычно литьем с последующей механической обработкой, принято изображать таким образом, чтобы основная обработанная плоскость детали располагалась горизонтально относительно основной надписи чертежа.

**Дополнительными** называются виды, расположенные на плоскостях не параллельных основным плоскостям проекций, когда какую-либо часть детали (ее элементов) невозможно изобразить на основных плоскостях проекций без искажения формы и размеров.

Если дополнительный вид расположен в проекционной связи с исходным видом (рис. 10), направление проецирования не указывают и надпись над ним (буквой) не наносят.

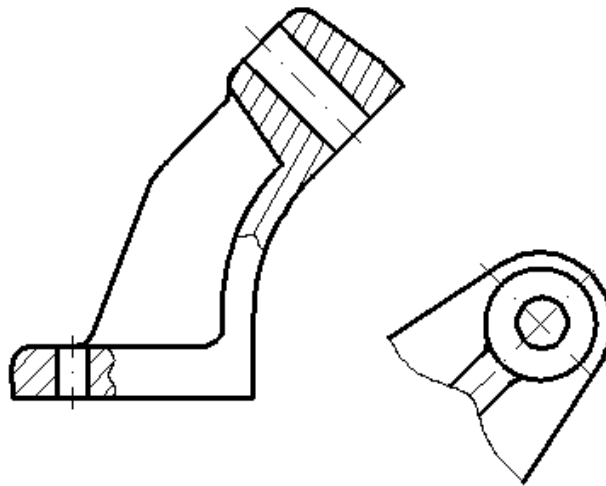


Рис. 10. Дополнительный вид, расположенный в проекционной связи с исходным

Если дополнительный вид невозможно расположить в проекционной связи с исходным видом, его можно помещать на любом свободном листе чертежа с соответствующей надписью, например *A*, над ним и стрелкой с надписью *A*, указывающей направление проецирования у исходного вида (рис. 11, б). Допускается изображать дополнительный вид в повернутом положении (рис. 11, в). В этом случае к надписи над видом добавляют знак «повернуто».

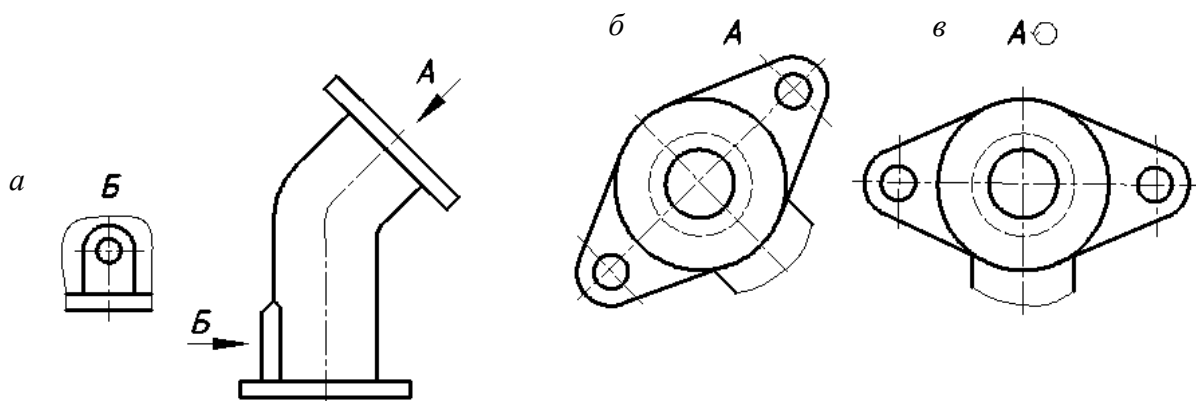


Рис. 11. Вычерчивание видов: *a* – местный вид; *б* – дополнительный вид; *в* – дополнительный вид в повернутом положении

Диаметр окружности знака «повернуто» равен высоте буквы, обозначающей вид (но не менее 5 мм) и угол стрелки  $90^\circ$  (рис. 12).

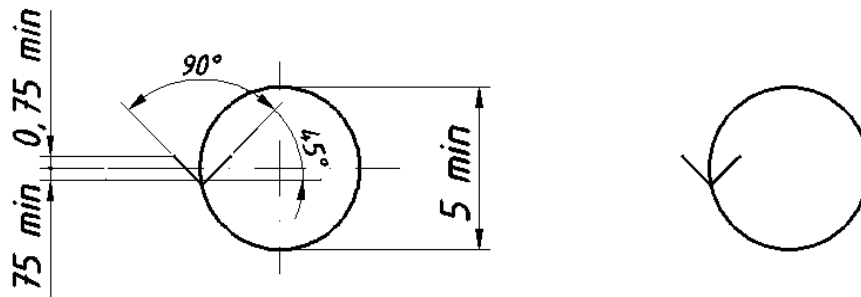


Рис. 12. Знак «повернуто»

**Местным** видом называется изображение отдельно ограниченного участка поверхности детали, которое образуется проецированием ее на плоскость чертежа. При выполнении местного вида в проекционной связи с другим видом направление взгляда не указывается и надпись над ним не наносится, а при изображении местного вида вне проекционной связи стрелкой указывается направление взгляда и наносится над ним соответствующее обозначение (рис. 11, а). Местный вид может ограничиваться сплошной волнистой линией обрыва либо выполняться без ограничения.

#### 4.2. Разрезы

**Разрезом** называется изображение детали, мысленно рассеченной одной или несколькими плоскостями. На разрезе изображается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Мысленное рассечение детали относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений той же детали.

Разрезы выполняют для выявления внутренней конфигурации детали.

Классификация разрезов:

I. В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяют на:

1. Горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций.

Горизонтальные разрезы располагают на виде сверху (рис. 13).

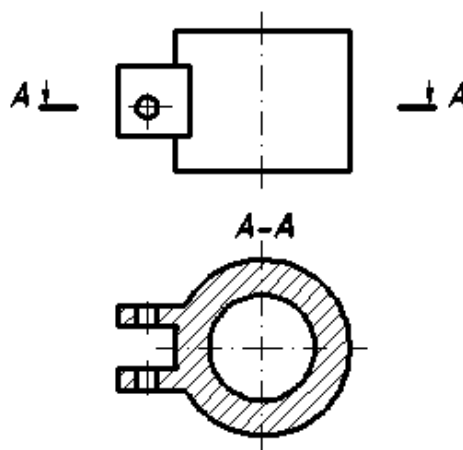


Рис. 13. Горизонтальный разрез

2. Вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций.

Вертикальные разрезы бывают:

а) фронтальные – секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций; фронтальные разрезы изображают на главном виде (рис. 14);

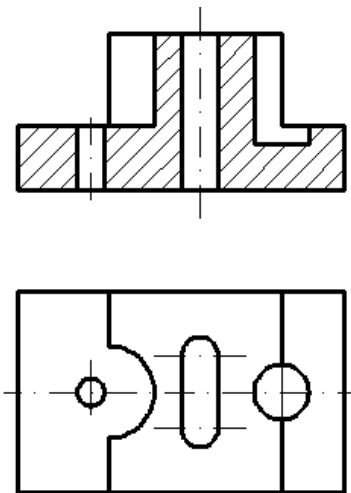


Рис. 14. Фронтальный разрез

б) профильные – секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций; профильные разрезы располагают на виде слева.

3. Наклонные – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол отличный от прямого угла.

II. В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяют на:

1. Простые – выполненные одной секущей плоскостью.

2. Сложные – выполненные несколькими секущими плоскостями.

Сложные разрезы бывают:

а) ступенчатыми – разрезы, выполненные несколькими секущими плоскостями, параллельными между собой (рис. 15);

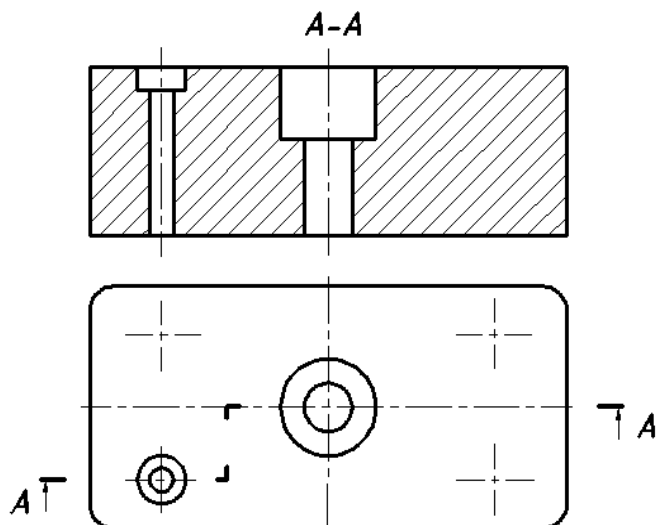


Рис. 15. Ступенчатый фронтальный разрез

б) ломанными – секущие плоскости пересекаются с их последующим совмещением (рис. 16).

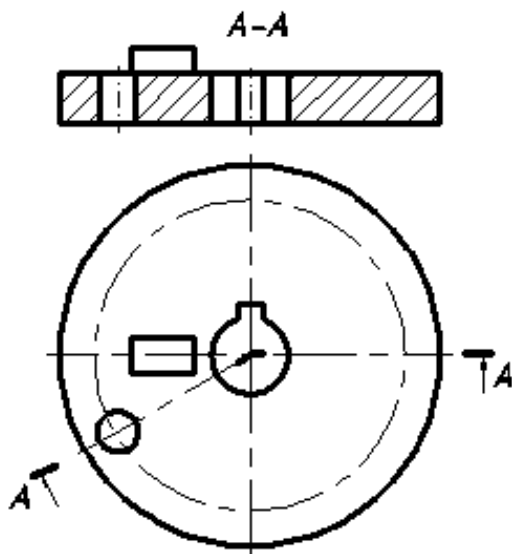


Рис. 16. Ломанный разрез

III. В зависимости от положения секущей плоскости относительно измерений детали разрезываются:

1. Продольные – секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты детали.

2. Поперечные – секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте детали.

IV. Местный разрез – разрез, служащий для выяснения элемента детали в отдельном ограниченном месте.

Местный разрез выполняется на виде сплошной волнистой линией (рис. 17).

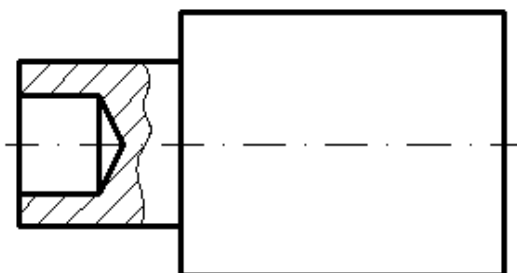


Рис. 17. Местный разрез

### Обозначение разрезов

Наклонные, сложные и простые разрезы, выполненные плоскостью, не совпадающей с плоскостью симметрии детали, на чертежах обозначают и сопровождают надписью.

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения применяется разомкнутая линия. На начальном и конечном штрихах

разомкнутой линии следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда; стрелки должны наноситься на расстоянии 2-3 мм от конца штриха. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения. С внешней стороны стрелок ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита (начиная с первой буквы А). Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда (рис. 18).

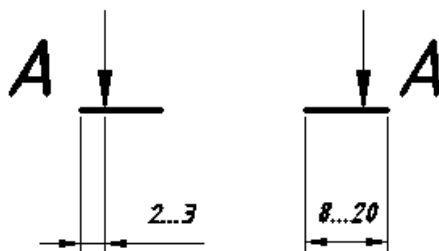


Рис. 18. Обозначение разреза

Разрез должен быть обозначен надписью «А-А» (всегда двумя буквами через тире).

Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали, а соответствующие изображения расположены на одном листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости, и разрез надписью не сопровождают.

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы располагают на месте соответствующих видов. Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 19).

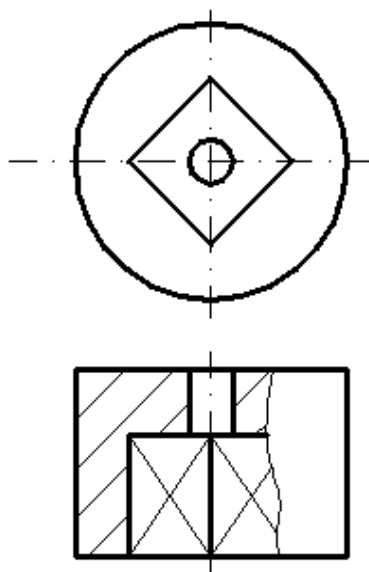


Рис. 19. Совмещение части вида с частью разреза

Если соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией является ось симметрии – штрих-пунктирная тонкая линия (рис. 20).

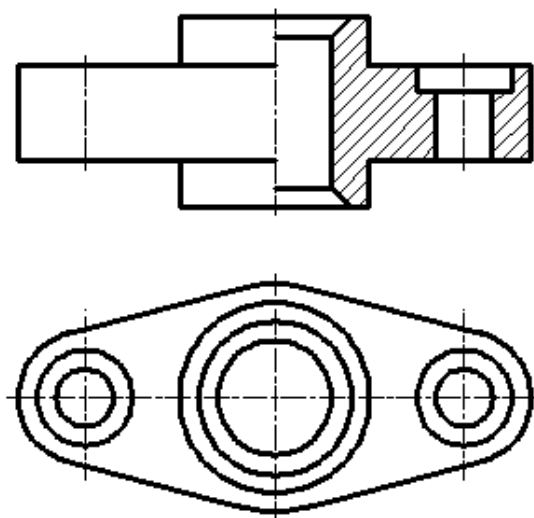


Рис. 20. Совмещение половины вида с половиной разреза

При вычерчивании разрезов применяется ряд условностей и упрощений:

1. Детали – винты, заклепки, шпонки, пустотелые валы, шатуны, рукоятки и др. при продольном разрезе не штрихуются.
2. Детали – спицы маховиков, шкивов, зубья зубчатых колес тонкие стенки (ребра жесткости), попадая в разрез не штрихуются (рис. 21).

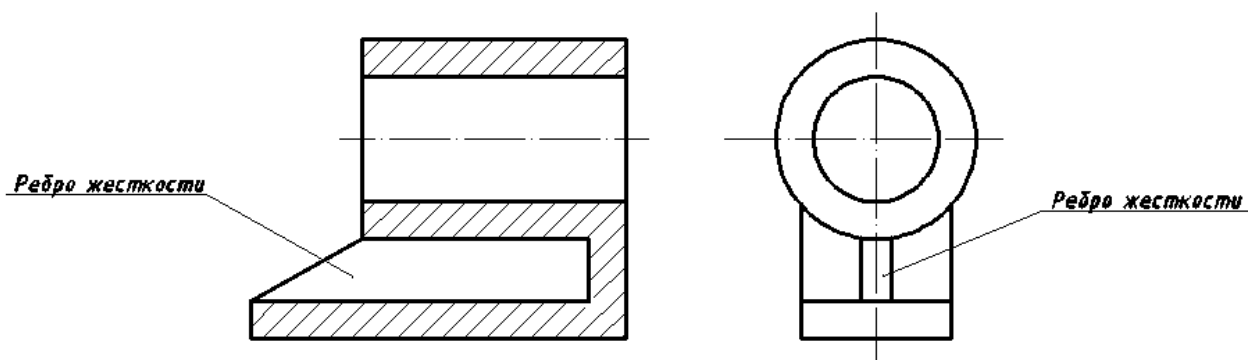


Рис. 21. Изображение тонкой стенки (ребра жесткости) в продольном разрезе

3. На видах и разрезах допускается упрощенно изображать проекции линий пересечения поверхностей, если не требуется их точного построения. Например, вместо лекальных кривых проводят дуги окружности и прямые линии (рис. 22).

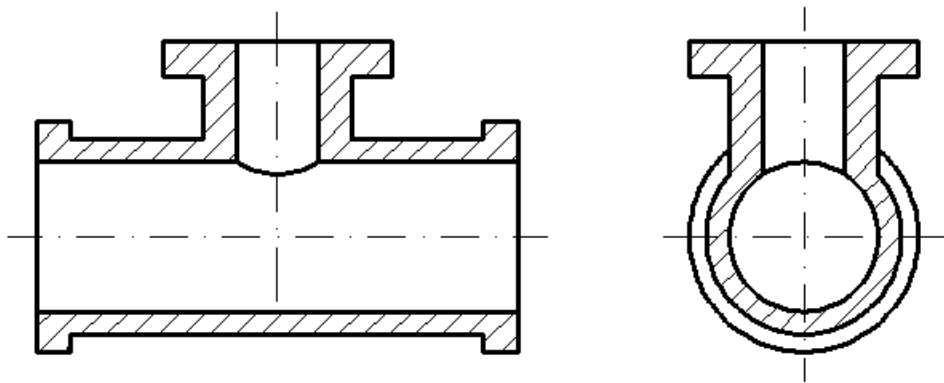


Рис. 22. Упрощенное изображение проекций линий пересечения поверхностей

#### 4.3. Сечения

**Сечением** называется изображение фигуры, полученной при мысленном рассечении детали плоскостью. В отличие от разреза на сечении показывается только то, что находится в секущей плоскости.

Сечения разделяют на:

1. Вынесенные – сечения, расположенные вне изображения. Вынесенные сечения являются предпочтительными. Контур вынесенных сечений изображают сплошными основными линиями.

2. Наложённые – сечения, совмещённые с соответствующим видом предмета. Контур наложенных сечений изображают сплошными тонкими линиями.

#### Обозначение сечений

При симметричной фигуре сечения, вынесенное сечение можно располагать так, чтобы ось симметрии была продолжением проекции секущей плоскости (рис. 23). В этом случае положение секущей плоскости указывают штрих-пунктирной линией без обозначения буквами.

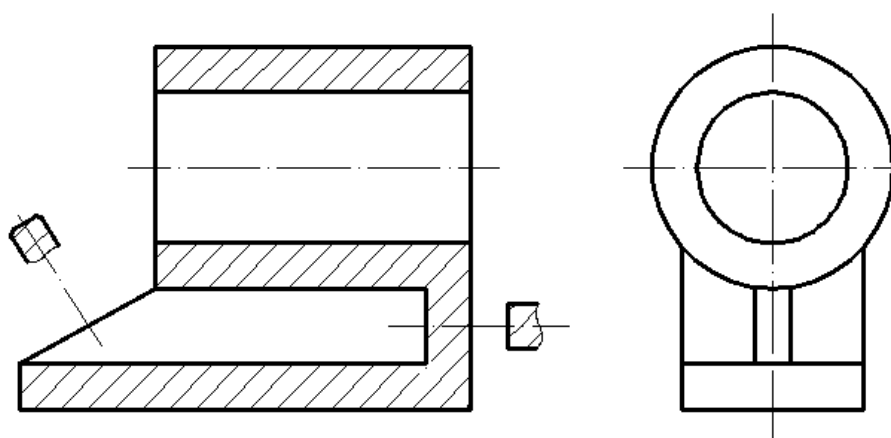


Рис. 23. Сечения

Во всех остальных случаях для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направление взгляда и обозначают буквами (рис. 24).



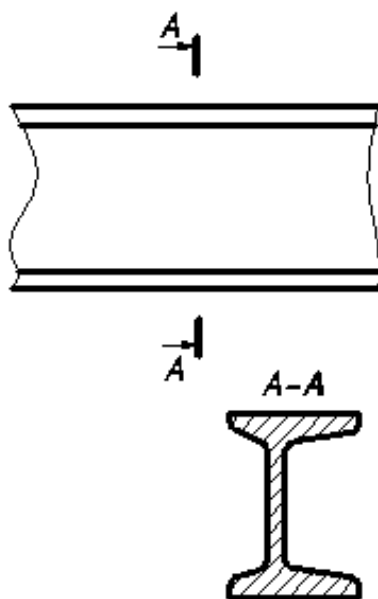


Рис. 24. Обозначение вынесенных сечений

Для наложенных несимметричных сечений линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают, а симметричные сечения не обозначают стрелками и буквами (рис. 25).

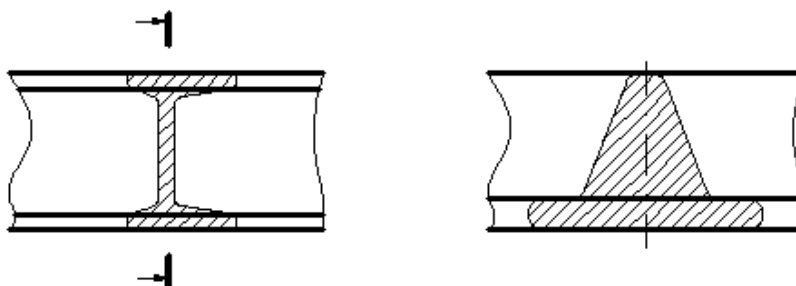


Рис. 25. Наложённые сечения

#### 4.4. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах

Графические обозначения материалов в сечениях зависят от вида материалов и устанавливаются ГОСТ 2.304-68.

На чертежах разрезы и сечения заштриховывают. Металлы и твердые сплавы в разрезах и сечениях обозначают тонкой штриховой линией. Наклонные параллельные линии штриховки должны проводиться под углом  $45^\circ$  к линии контура изображения или к его оси (рис. 26), или к линиям рамки чертежа, с одинаковым шагом и направлением для всех разрезов и сечений данной детали (шаг штриховки – расстояние между параллельными линиями штриховки; направление штриховки студент выбирает сам).

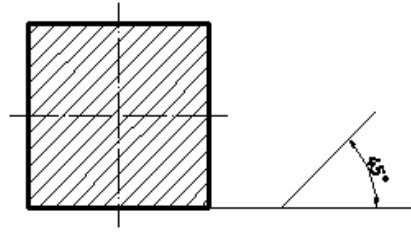


Рис. 26. Нанесение штриховки на сечениях и разрезах для металлов и их сплавов

Если линии штриховки, приведенные к линиям рамки чертежа под углом  $45^\circ$ , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла  $45^\circ$  следует брать угол  $30^\circ$  или  $60^\circ$  (рис. 27).

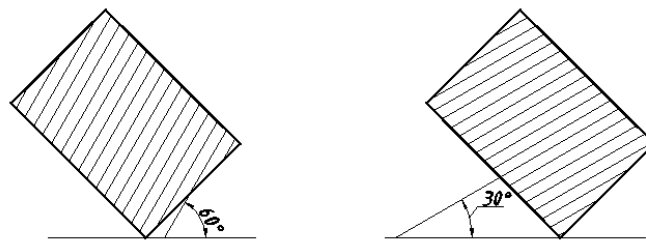


Рис. 27. Нанесение штриховки

## 5. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Нанесение размеров на чертежах устанавливает ГОСТ 2.307-68. В методическом пособии рассматриваются лишь основные правила нанесения размеров.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. На чертеже проставляются действительные размеры детали, независимо от ее масштаба изображения.

Линейные размеры на чертежах указываются в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения.

Размер на чертеже указывают только один раз.

Для размерных чисел применять простые дроби не допускается, за исключением размеров в дюймах.

Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине.

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм.

Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура – не менее 10 мм.

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

Если вид или разрез симметричного предмета вычерчен только до оси симметрии или с обрывом, то размерная линия должна быть проведена несколько дальше оси или линии обрыва (рис. 28).

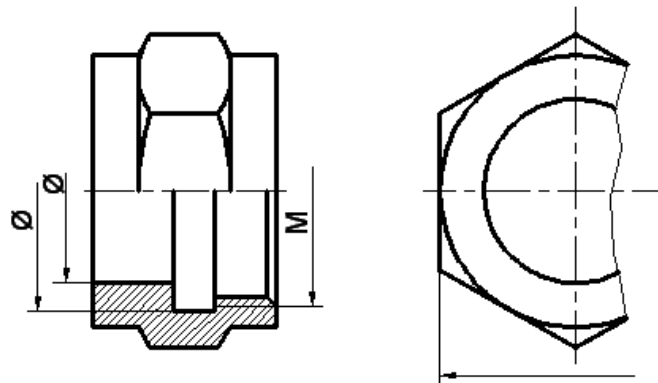


Рис. 28. Нанесение размерных линий с обрывом

Размерные линии допускается проводить с обрывом в следующих случаях:

а) при указании размера диаметра окружности, независимо от того, изображена окружность полностью или частично, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (рис. 29);

б) при нанесении размеров от базы, не изображенной на данном чертеже (рис. 30).

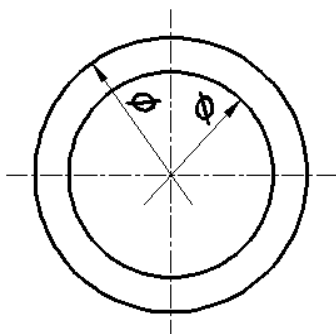


Рис. 29. Нанесение размеров диаметра окружности

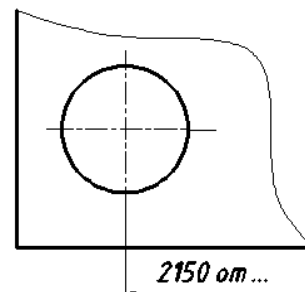


Рис. 30. Нанесение размеров от базы, не указанной на чертеже

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (рис. 31).

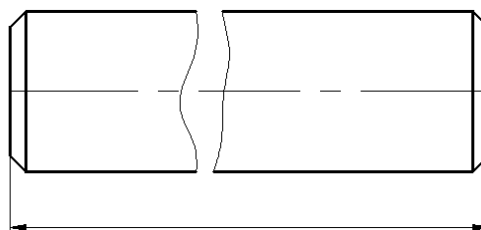


Рис. 31. Простановка размера при изображении изделия с разрывом

Величины элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 32.

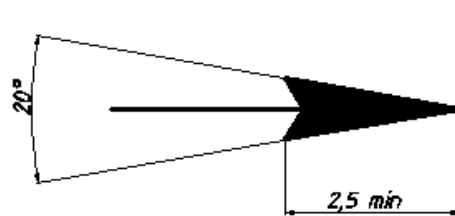


Рис. 32. Форма размерной стрелки

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные линии и стрелки наносят, как показано на рис. 33.

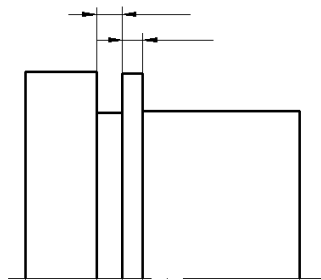


Рис. 33. Изображение положения размерных стрелок на размерной линии при обозначении небольших размеров

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом  $45^\circ$  к размерным линиям, или четко наносимыми точками (рис. 34).

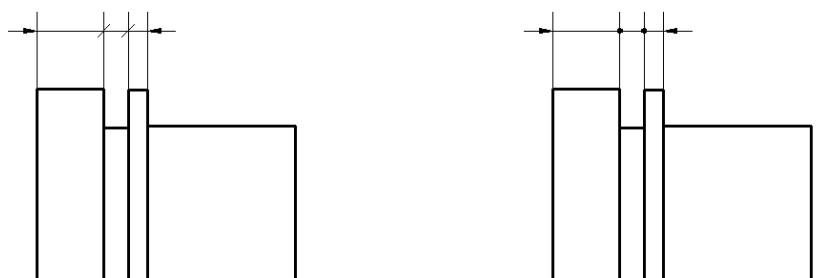


Рис. 34. Примеры замены размерных стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий рекомендуется размерные числа над ними располагать в шахматном порядке (рис. 35).

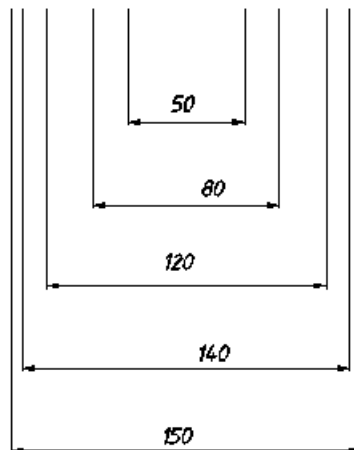


Рис. 35. Нанесение размерных чисел на параллельных размерных линиях

Размерные числа не допускается разделять или пересекать линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых и центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (рис. 36).

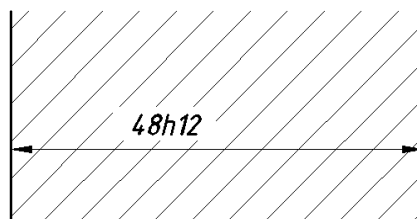


Рис. 36. Обозначение размера в поле штриховки

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т. п.) рекомендуется наносить на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 37).

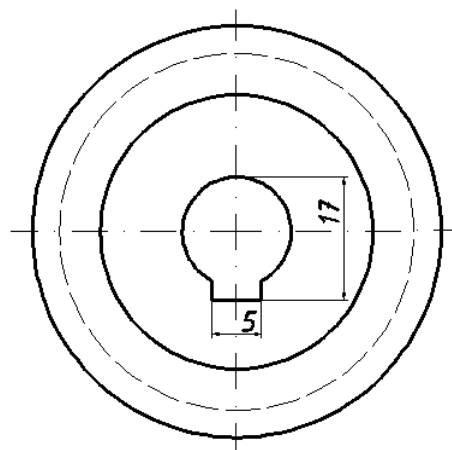


Рис. 37. Группировка размеров, относящихся к одному элементу

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R*.

При указании размера диаметра во всех случаях перед размерным числом наносят знак  $\varnothing$ .

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия наносят один раз с указанием количества этих элементов.

Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры (рис. 38).

К линиям невидимого контура размеры не наносят.

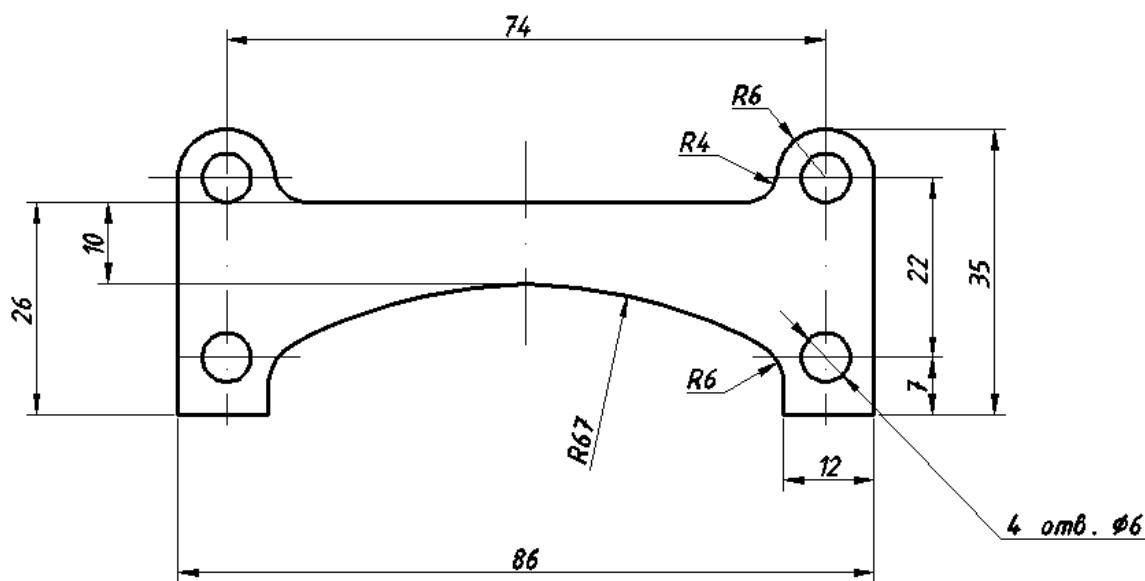


Рис. 38. Группировка размеров двух симметрично расположенных элементов

## 6. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

АксонOMETрические проекции относят к наглядным изображениям, полученным при параллельном проецировании предмета на одну плоскость (картинную плоскость) и связанной с ним системой трех взаимно перпендикулярных осей координат.

ГОСТ 2.317-80 устанавливает аксонометрические проекции. Рассмотрим только прямоугольные аксонометрические проекции.

АксонOMETрические проекции характеризуются направлением аксонометрических осей и коэффициентами искажения по этим осям.

### Прямоугольные проекции

#### Изометрическая проекция

Положение аксонометрических осей приведено на рис. 39. Теоретические коэффициенты искажения по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$  равны 0,82. Изометрическую проекцию для упрощения выполняют без искажения по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , т. е. приняв за практический ко-

коэффициент искажения коэффициент равный 1. Изображение детали получится увеличенным в 1,22 раза, что не уменьшает ее наглядности.

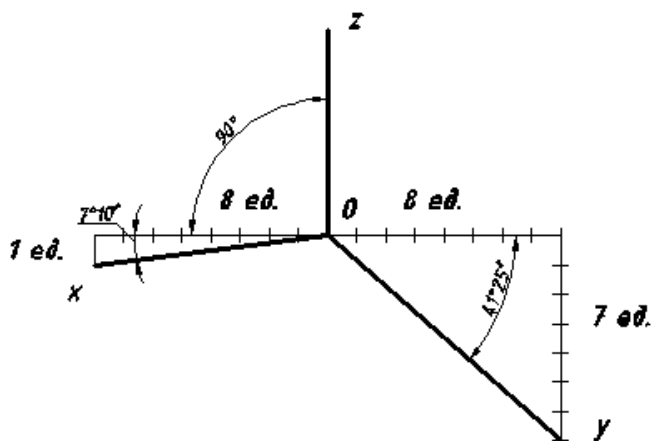
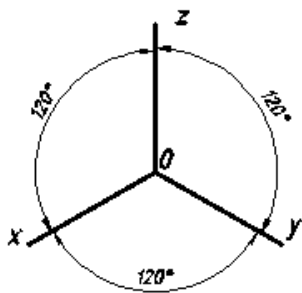


Рис. 39. Положение аксонометрических осей в прямоугольной изометрии

Рис. 40. Положение аксонометрических осей в прямоугольной диметрии

Пример изометрической проекции детали приведен на рис. 41.

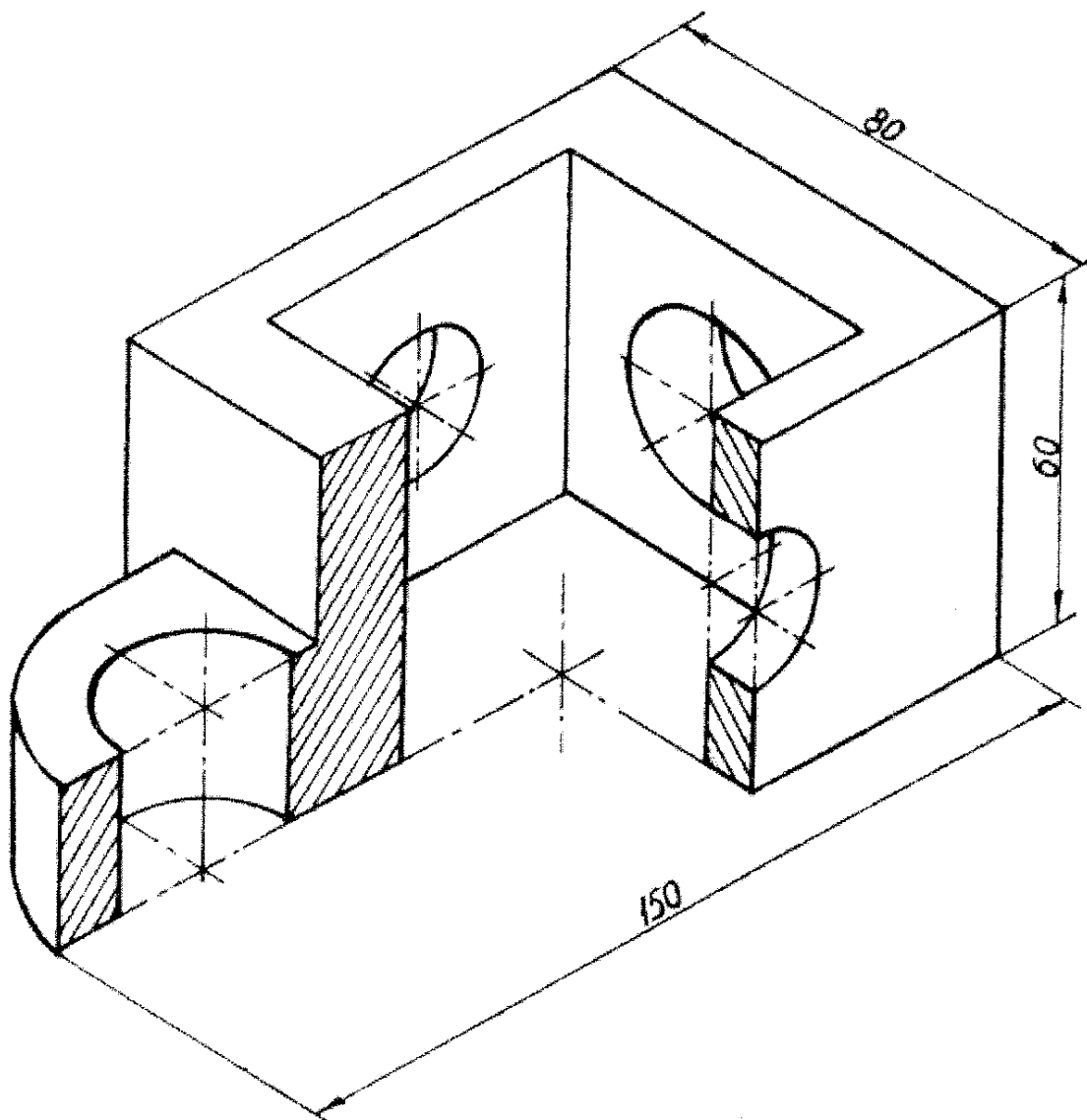


Рис. 41. Изображение детали в прямоугольной изометрии

### Диметрическая проекция

Положение аксонометрических осей приведено на рис. 40. Теоретические коэффициенты искажения по осям  $x$  и  $z$  равен  $0,94$ , а по оси  $y$  равен  $0,47$ . Диметрическую проекцию выполняют без искажения по осям  $x$  и  $z$ , приняв за практический коэффициент искажения коэффициент равный  $1$ , а по оси  $y$  -  $0,5$ . Изображение детали получится увеличенным в  $1,06$  раза.

Пример диметрической проекции детали приведен на рис. 42.

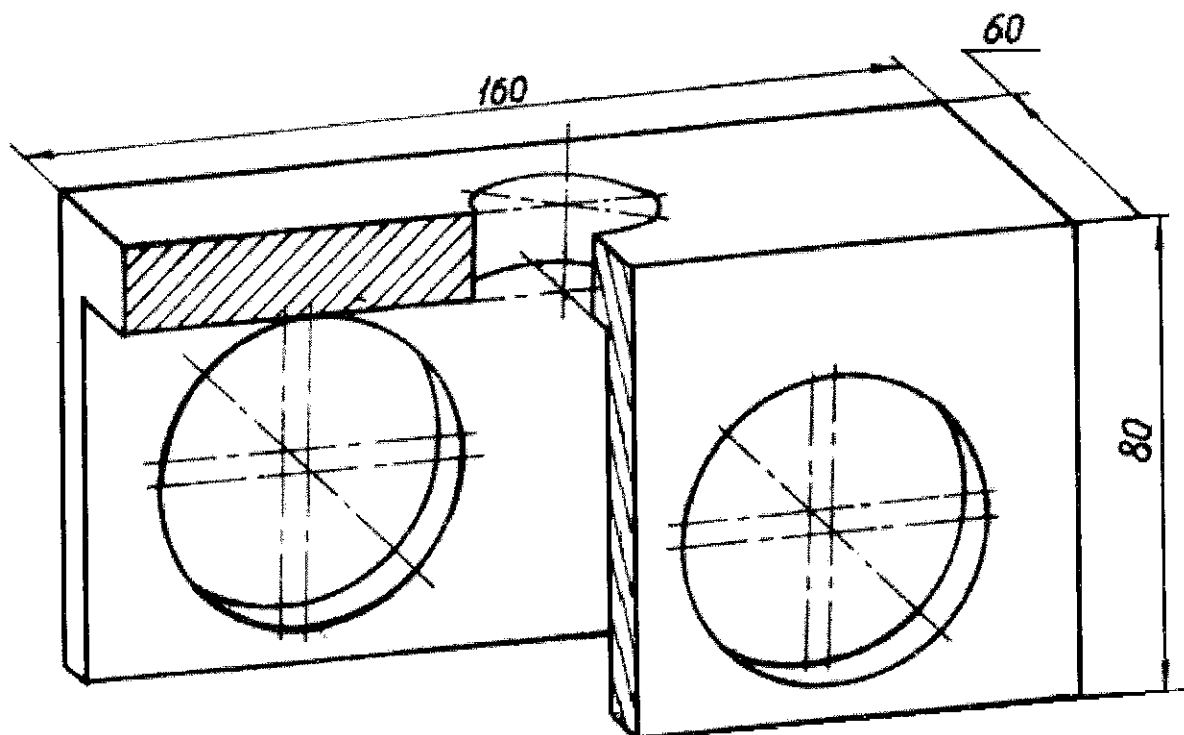


Рис. 42. Изображение детали в прямоугольной диметрической проекции

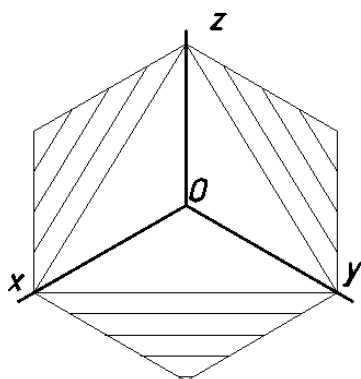
Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы. В машиностроительном черчении построение эллипса заменяют построением четырехцентровых овалов (построение приведено в методических указаниях И. Б. Белоносова «Геометрическое черчение», часть 1).

Разрезы в аксонометрии выполняют секущими плоскостями, параллельными координатным плоскостям. Удаляется та часть детали, которая позволяет видеть фигуры сечения.

Линии штриховки в аксонометрических проекциях наносятся параллельно одной из диагоналей аксонометрических проекций квадрантов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, как показано на рис. 43.



*a*



*б*

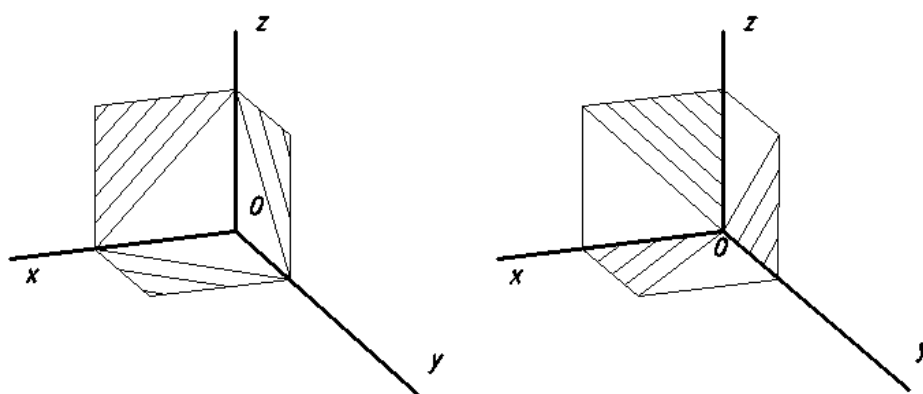


Рис. 43. Нанесение линий штриховки:

*a* – в прямоугольной изометрии; *б* – в прямоугольной диметрии

При нанесении размеров выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии – параллельно измеряемому отрезку.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии: учеб. пособие. М.: Высшая школа. 2007. -272 с.

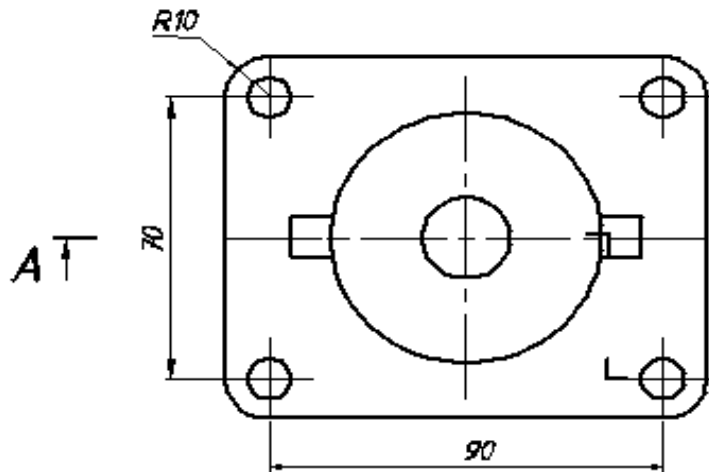
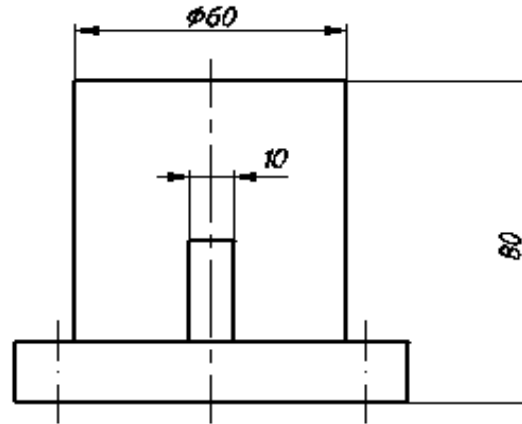
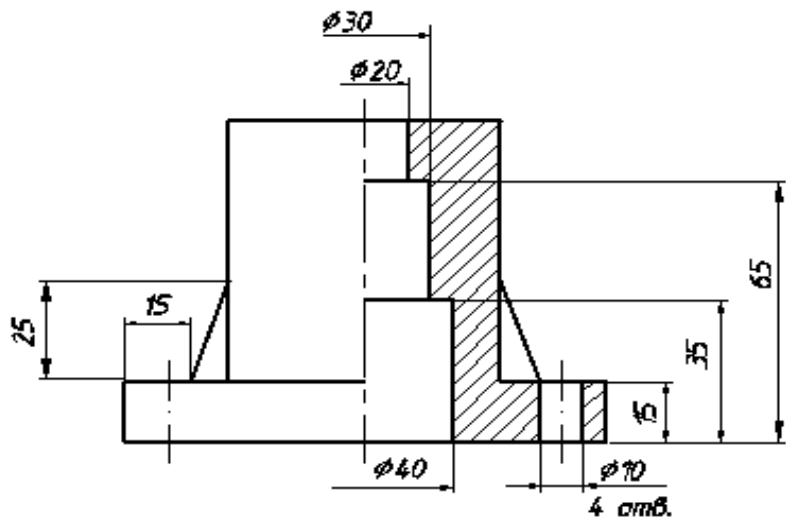
Фазлулин Э. М. Инженерная графика: учебник для студ. высш. учеб. заведений /Э. М. Фазлулин, В. А. Халдинов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 400 с.

Шангина Е. И., Шангин Г. А. Инженерная графика: учебное пособие/ Е. И. Шангина, Г. А. Шангин. – Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. - 252 с.

Белоносова И. Б. Геометрическое черчение. Методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика» для студентов 1 курса всех специальностей. Часть I. 3-е издание, исправленное и дополненное. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012. - 29 с.

23.03.01 050001 021

A-A



A

				23.03.01 050001 021		
Имя	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Всего листов	Исполнил
Свердлов	Свердлов	Свердлов				1:1
Киселев	Свердлов	Свердлов			Лист 1	Листов 1
Рук.	Фамилия				УГТУ УТН-17	
И.И.И.	И.И.И.				Качество проекта	

23.03.01 050001 021

Опора

Всего листов  
Исполнил  
Лист 1  
Листов 1  
УГТУ УТН-17  
Качество проекта





Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»

**Т. Е. Савина**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ  
РАБОТЫ «СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА  
СРЕДСТВАМИ AUTOCAD»**

по дисциплинам:

«Инженерная и компьютерная графика»,  
«Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика»

Екатеринбург – 2022

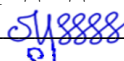
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»

**ОДОБРЕНО**

Методической комиссией  
горно-технологического  
факультета

«\_\_»\_\_\_\_\_ 2017 г.

Председатель комиссии

 Колчина Н.В.

**Т. Е. Савина**

*Методическое пособие  
по выполнению практической работы  
«Создание проекционного чертежа средствами  
AutoCAD»  
по дисциплинам:  
«Инженерная и компьютерная графика»,  
«Начертательная геометрия. Инженерная и  
компьютерная графика»*

Ш20

Рецензент: *Е. И. Шангина*, д-р пед. н., к.т.н., профессор кафедры ИГр УГГУ.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры инженерной графики 07.09.2017 г. (протокол № 1) и рекомендованы для издания в УГГУ

**Савина Т. Е.**

Ш20 Методическое пособие по выполнению практической работы «СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD» курсу «Компьютерная графика» для студентов всех специальностей /Т. Е. Савина. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 31 с.

В методическом пособии изложена последовательность и порядок построения проекционного чертежа в системе AutoCAD. Варианты индивидуальных заданий приведены в приложении. Дан пример выполнения графической работы.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	3
1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ.....	4
2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ.....	6
3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ 2D ЧЕРТЕЖА.....	8
4. ПРИЛОЖЕНИЕ.....	19
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	32



## СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD

### Цель задания:

-закрепление навыков работы с командами построения и редактирования системы AutoCAD в процессе выполнения чертежа, оформленного в соответствии с требованиями стандартов Единой Системы Конструкторской Документации (ЕСКД).

Задание содержит 12 вариантов, приведённых в приложении.

По двум заданным изображениям детали построить проекционный чертеж в трех проекциях, на месте соответствующих видов выполнить необходимые разрезы (ГОСТ 2.305-68). Выполнить компоновку чертежа на формате А3 (ГОСТ 2.301-68), с основной надписью формы 1 (ГОСТ 2.104-68).

### 1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

При выполнении задания необходимо опираться на ГОСТ 2.305-68, 2.307-68, знать интерфейс, основные понятия и принципы работы в системе AutoCAD.

Используя проекционную связь между данными в варианте изображениями, выявить геометрические формы элементов детали, с четким разграничением внутренних и наружных поверхностей. В задании внутренний контур показан штриховыми линиями, для его выявления необходимо использовать разрезы и сечения. Разрезы располагать на месте соответствующих видов. При наличии плоскости симметрии, совмещать половину вида с половиной разреза на одном изображении. После выполнения разрезов штриховые линии на видах не показывают.

Изображения на чертеже располагать равномерно, расстояния между ними выбирать с учетом простановки размеров в соответствии с ГОСТ 2.307-68. При простановке размеров необходимо помнить:

1.Размеры указывают истинные, независимо от масштаба, в котором выполнен чертеж.

2.Линейные размеры проставляют в миллиметрах, без указания размерности, угловые – с единицами измерения (градусы, минуты, секунды).

3.В машиностроительном черчении не допускается замкнутая размерная цепочка.

4.Минимальное расстояние между размерной линией и линией контура – 10 мм, между последующими размерными линиями – 7 мм. Чтобы размерные линии не пересекались сначала (ближе к контуру) ставят меньшие размеры.

5.Если изображения состоят из половины вида и половины разреза, то размерные линии обрывают за осью симметрии, при этом размерное число ставят полным и ближе к середине.

6. Размеры, относящиеся к наружным и внутренним поверхностям, группируют отдельно: наружные – со стороны вида, внутренние – со стороны разреза.

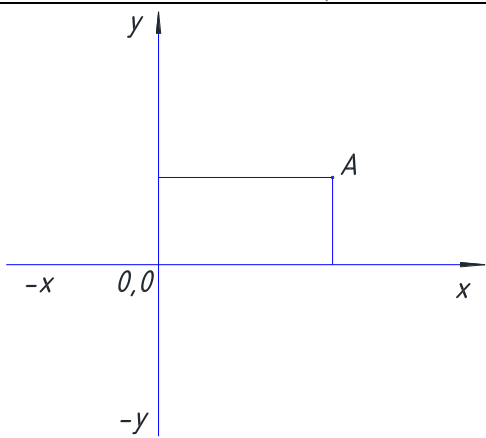
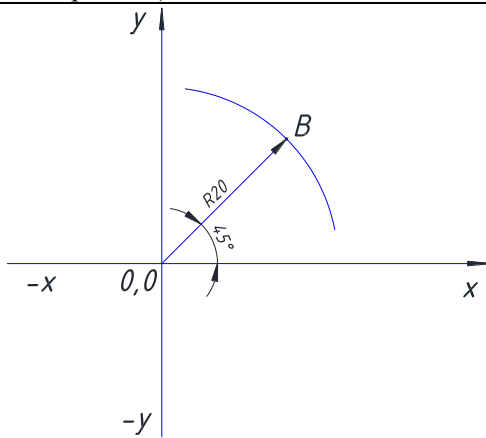
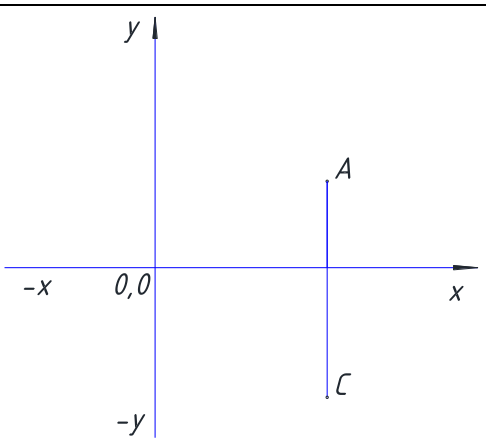
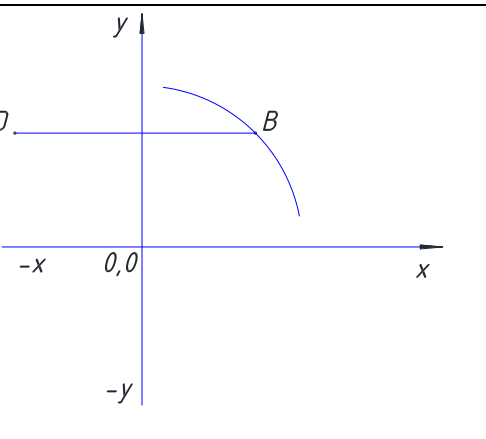
7.Размеры относящиеся к одному и тому же элементу (отверстию, пазу и т.п.), располагают в одном месте того изображения, где наиболее полно читается его форма.

## 2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

- Все изображения строятся в пространстве модели, в масштабе 1:1.
- Фрагменты чертежа: осевые и центровые линии, вспомогательные построения, чистовая обводка, размерные линии и т.д. принято размещать на разных слоях. Послойная грамотная организация чертежа позволяет сократить время по его разработке.


- Точность геометрических построений обеспечивается способами задания точки:


### 1. Координатный (ввод с командной строки)


Прямоугольные координаты	Полярные координаты
<b>Абсолютные</b> (отсчет от начала системы координат)	
 <p style="text-align: center;">x, y т.А: 20,10</p>	 <p style="text-align: center;"><math>R &lt; \varphi</math> т.В: 20&lt;45</p>
Если в строке состояния включен режим <b>ДИН</b> (динамический ввод), то перед абсолютными координатами необходимо указывать символ #	
<b>Относительные</b> (отсчет от последней введенной точки, первую точку задать НЕЛЬЗЯ)	
 <p style="text-align: center;">@x,y т.С: @0,-25</p>	 <p style="text-align: center;">@R&lt;φ т.Д: @30&lt;180</p>

## 2. Применение режимов рисования таких, как **СЕТКА** и **ШАГ**, **ОРТО** или **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ**, **ОБЪЕКТНЫЕ ПРИВЯЗКИ**.


Соответствующие кнопки находятся на строке состояния.

Кнопка  режима **СЕТКА (F7)** позволяет включать или выключать отображаемую на экране сетку из линий с настраиваемым шагом. Эта видимая сетка может не совпадать с невидимой сеткой, используемой в режиме **ШАГ**.

Кнопка  режима **ШАГ (F9)** дает возможность включать или выключать шаговую привязку к точкам невидимой сетки с определенным настраиваемым шагом (перемещение курсора тогда осуществляется не непрерывно, а только по узлам этой сетки) или полярную привязку (в этом случае, при включении **ПОЛЯРНОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ**, движение курсора вблизи заданных углов осуществляется с заданными направлением и шагом).

Кнопка  режима **ОРТО (F8)** включает и выключает режим ортогональности (курсор перемещается вертикально и горизонтально).

Кнопка  режима **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ (F10)** является расширением режима **ОРТО** на углы с некоторым настраиваемым шагом.

Кнопка  режима **ПРИВЯЗКА (F3)** позволяет включить или выключить постоянное действие объектных привязок (привязок к характерным точкам существующего объекта).

3. Быстрый метод «**Направление + расстояние**». Направление фиксируется с помощью одного из режимов **ОРТО** или **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ**, а расстояние задается с клавиатуры без символа @.

Любое изображение создается с помощью базового набора графических примитивов. К наиболее часто используемым примитивам относятся **ОТРЕЗОК (LINE)**, **ОКРУЖНОСТЬ (CIRCLE)**, **ДУГА (ARC)**, **ПОЛИЛИНИЯ (POLYLINE)** и т.д.

При выполнении задания важную роль играют команды редактирования:

- Для четкой разметки элементов изображения целесообразно использовать команду **ПОДОБИЕ (OFFSET)** позволяющую создавать параллельные отрезки и полилинии, концентрические дуги и окружности, подобные существующим и отстоящие от исходных на заданное расстояние.
- При наличии симметрии достаточно построить половину изображения и отобразить с помощью команды **ЗЕРКАЛО (MIRROR)** относительно заданной оси, которая определяется двумя точками.

- Повторяющиеся объекты размножить командами **КОПИРОВАТЬ (COPY)** или **МАССИВ (ARRAY)**.
- Для построения фасок и сопряжений применить команду **ФАСКА ( CHAMFER)** и **СОПРЯЖЕНИЕ ( FILLET)**.
- Для удаления части объекта использовать команду **ОБРЕЗАТЬ ( TRIM)**, которая удаляет объект с помощью пересекающих его других объектов (режущих кромок ) или команда **РАЗОРВАТЬ (BREAK)**, позволяющий удалить части примитива в 2х указанных точках.
- После завершения всех построений необходимо выполнить компоновку изображений внутри выбранного формата. Для этого применяется команда **ПЕРЕНЕСТИ (MOVE)** и при необходимости **МАСШТАБ (SCALE)**.

Завершающий этап – простановка размеров и выполнения текстовых надписей. Предварительно необходимо настроить текстовый и размерный стили в соответствии с ЕСКД.

### 3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ 2D ЧЕРТЕЖА

Порядок построения чертежа рассмотрим на примере варианта 13

1. Запустить AutoCAD. Создать новый файл-чертеж на основе шаблона **Acadiso.dwt** (папка *Template*) с именем соответствующим названию детали. Файл сохранить в предварительно созданной папке, названной по фамилии студента в папке *Мои документы*. Например: *Основание.dwg/Иванов\_ЭЭТ/Мои документы*
2. Настройки и рабочая среда чертежа. Выбранный шаблон позволит сэкономить время на настройку единиц измерения и лимитов (границ) чертежа. Шаблон **Acadiso.dwt** уже имеет необходимые настройки: метрические единицы и границы 420x297мм.
3. Настроить интервал видимой сетки -10 мм, интервал шаговой привязки - 5мм. Диалоговое окно **Режимы рисования** (рис 1) можно вызвать, щелкнув правой кнопкой мыши на одной из кнопок соответствующих режимов, например, **ШАГ**. После настройки параметров шага и сетки перейти на вкладку **Объектная привязка** и выбрать следующие привязки: кон. точка; точка пересечения ; центр; касательная.

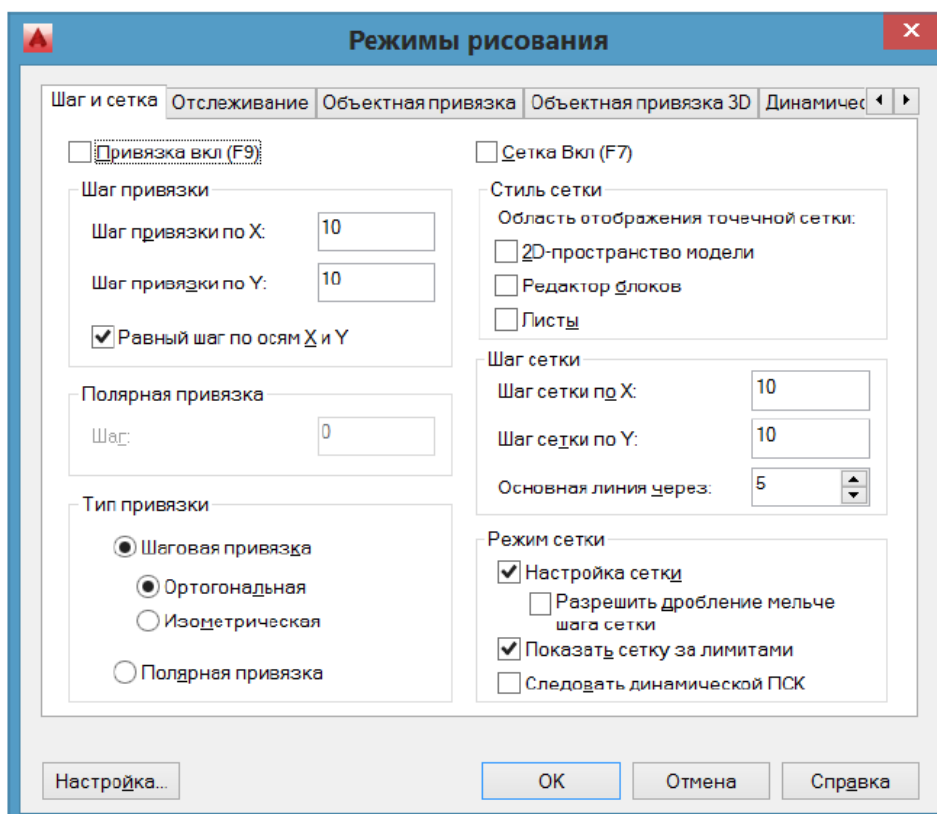


Рис.1

4. Создать слой. Открыть диалоговое окно Диспетчер свойств слоев, рис.2 (Лента: вкладка

Главная → панель Слои → , выбрать команду СОЗДАТЬ СЛОЙ 

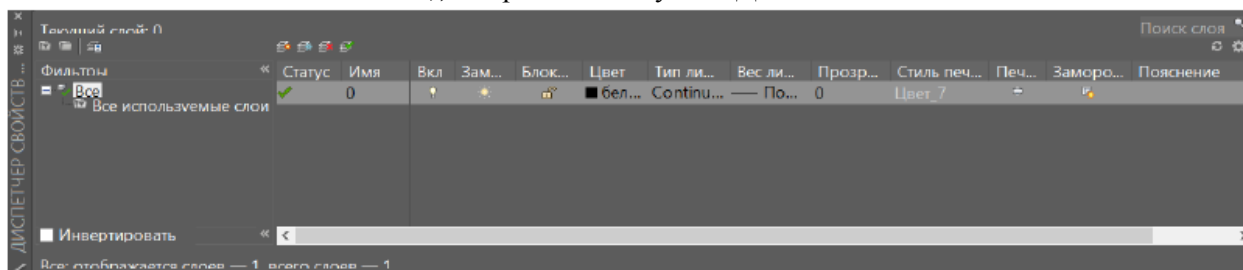




Рис.2


Название	Цвет	Тип линии	Вес (толщина) линии, мм
Слой <i>Оси</i>	красный	штрихпунктирная	0.15
Слой <i>Черновик</i>	зеленый	сплошная	0.15
Слой <i>Контур</i>	белый или черный (контрастный по отношению к фону в окне чертежа)	сплошная	0.5
Слой <i>Штриховка</i>	синий	сплошная	0.15
Слой <i>Размеры</i>	синий	сплошная	0.15
Слой <i>Рамка</i>	белый или черный	сплошная	0.15

\*Обратите внимание на свойства объекта (примитива): цвет, тип и толщина линий должны быть настроены «по слою» (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Свойства**). Толщина линий отображается при включенном режиме **отображение/скрытие веса линий** 

5. Сделать текущим слой «Оси».

Проведем осевые и центровые линия вида сверху с которого удобнее начать построение .

Команда **ОТРЕЗОК**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**): построить горизонтальную линию от т.1 ( 50;100) длиной 220 мм (т.2). Вертикальную линию от т.3 (85,50) длиной 108мм (т.4), рис.3.

Проведем с помощью команды **ПОДОБИЕ**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Редактирование**) вторую вертикальную линию на расстояние 110 мм справа от первой, рис.3.

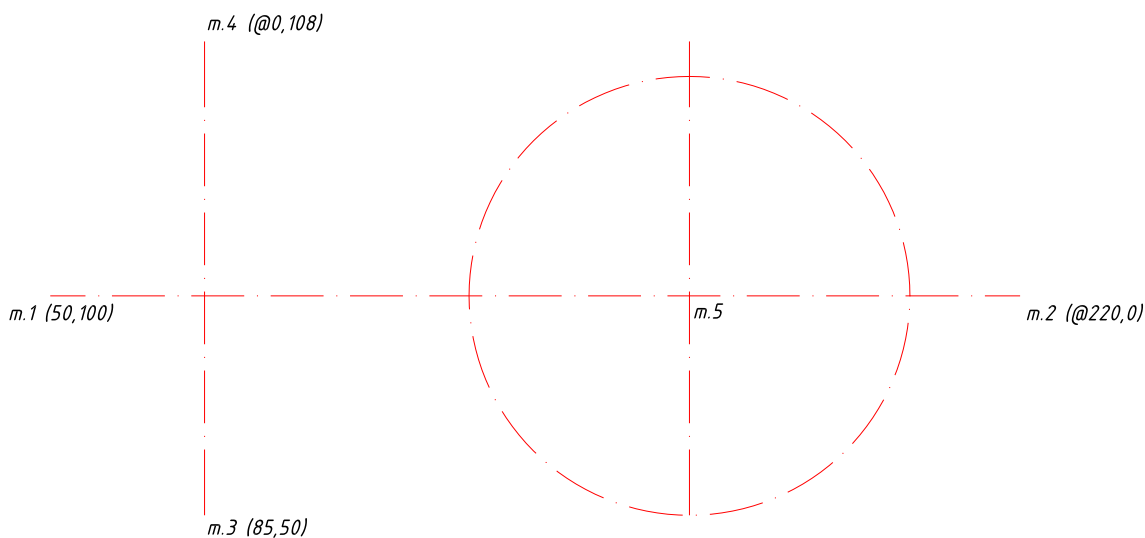


Рис. 3

Построить окружность (команда **ОКРУЖНОСТЬ**  - **Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**) с центром в т.5 ,которая выбрана с помощью объектной привязки пересечение, и R 50.

6. Текущий слой «Контур»

Построить 4 окружности, см рис.4:

- окружность  $O_1$ , R70
- окружность  $O_2$ , R10
- окружность  $O_3$ , R16
- окружность  $O_3$ , R32

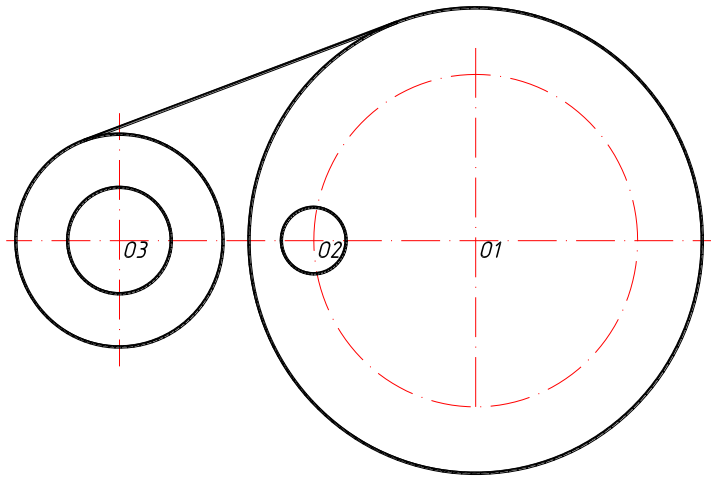



Рис. 4

Провести внешнюю касательную к окружности ( $O_3$ , R32) и окружности ( $O_1$ , R70):

Команда **ОТРЕЗОК**:


*от точки* : указать т-ку на окружности задающую первую касательную (объект. привязка «кас» включена)

*След. точка*: указать точку на другой окружности, задающий вторую касательную рис.4.

Зеркально отобразить построенный отрезок. Команда **ЗЕРКАЛО**  (Лента: вкладка Главная → панель Редактирование):

Выбрать отрезок, подтвердить выбор (клавиша «Enter»).

Указать с помощью объектной привязки пересечение т.  $O_1$  и  $O_3$ . Исходный объект не удалять.

Удалить часть окружности ( $O_3$ , R32) между касательными. Команда **ОБРЕЗАТЬ**  (Лента: вкладка Главная → панель Редактирование): сначала указать «режущие кромки» - все касательные, подтвердить выбор нажатием клавиши «Enter». В ответ на следующий запрос необходимо выбрать ту часть окружности, которую надо удалить. Результат см. на рис. 5.

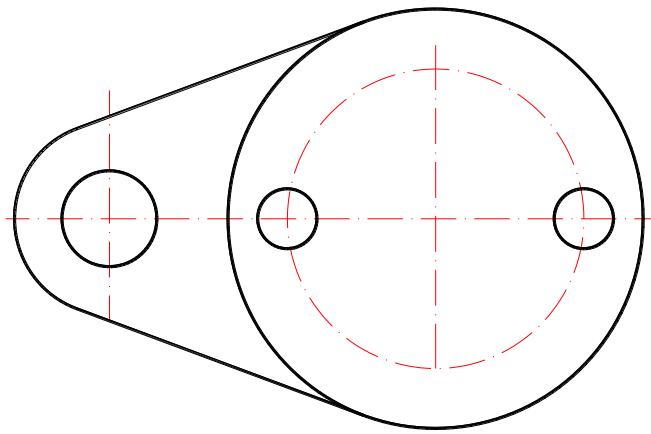



Рис. 5.

Скопировать окружность  $R=10$ . Команда **КОПИРОВАТЬ**  (Лента: вкладка Главная → панель Редактирование): позволяет выбрать выбранные объекты параллельно вектору переноса, который задается начальной и конечной точкой.

7. Текущий слой «Черновик», на котором нужно выполнить вспомогательные построения для отверстия со шпоночным пазом и ребра жесткости. Построить окружность с центром  $O_1$  и  $R=30$ . Наметить ширину и глубину шпоночного паза.

Команда **ПОДОБИЕ**: величина смещения 8 мм, выбрать вертикальную центровую линию, указать произвольную точку сначала справа, затем слева от этой линии.

Команда **ПОДОБИЕ**: величина смещения 36 мм, выбрать горизонтальную штрихпунктирную линию, указать точку ниже исходной линии, (рис 6).

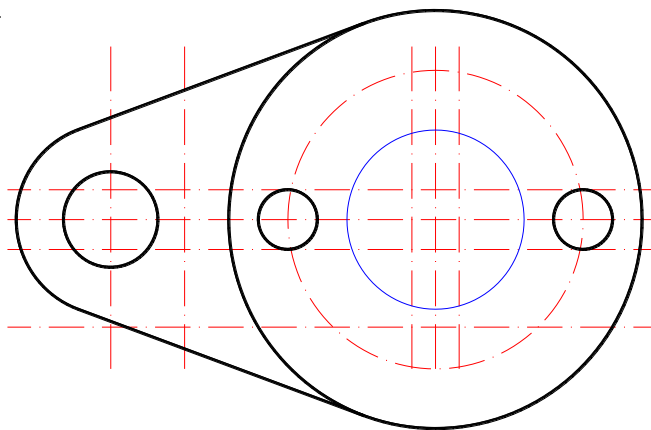


Рис. 6

Толщину и длину ребра жесткости так же наметить с помощью команды **ПОДОБИЕ** в соответствии с размерами элемента, заданными на исходном чертеже (см. задание).


Все полученные, в результате выполнения этой команды, линии находятся на слое «оси», так же как и исходный объект.



Чтобы перенести эти линии на слой «Черновик», необходимо выбрать линии и изменить слой на ленте меню или в окне свойства.

8. Текущий слой «Контур»

Произвести чистовую обводку контуров отверстия со шпоночным пазом. Используя команду

**ПОЛИЛИНИЯ**  (Лента: вкладка Главная → панель Рисование): построить линейные и дуговые сегменты, точки задать с помощью объектной привязки **пересечение**. Обводку дуги удобнее выполнить против часовой стрелки. Контур ребра жесткости так же выполнить командой **ПОЛИЛИНИЯ**, рис. 7.

9. На месте главного вида необходимо построить фронтальный разрез.

Текущий слой «черновик».

Наметить длину с помощью линий проекционной связи. Построить вертикальные линии: от точки – указать первую точку с помощью объектной привязки **пересечение** на виде сверху; вторая точка – указать курсором при включенном режиме **Орто**, либо задать через относительные координаты (длина 210 мм), рис. 8.

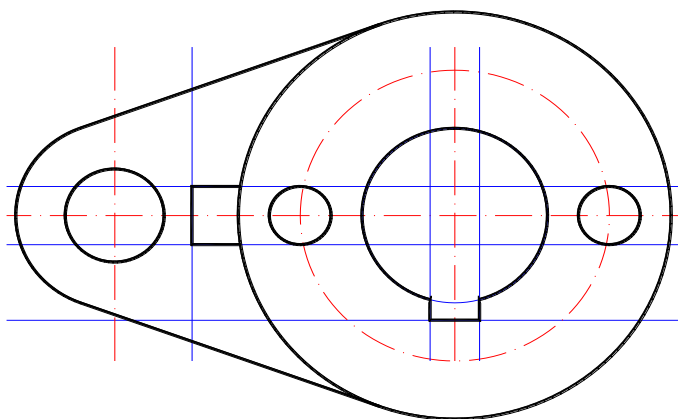


Рис.7

Разметку по высоте удобно выполнить с помощью команды **ПОДОБИЕ**. Выбрать горизонтальную осевую линию и построить подобную ей на расстоянии 130мм кверху от исходной. Построить еще две параллельные линии на расстоянии соответственно 30 и 50 мм кверху от предыдущей. Все три построенные линии перенести на слой «Черновик», рис.8.

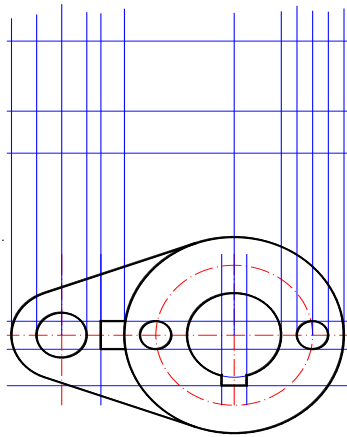


Рис.8

10. Текущий слой «Контур».

Командой **ПОЛИЛИНИЯ** выполнить:

-обводку внешнего контура, указав точки с помощью объектной привязки **пересечение**;

-ребра жесткости;

-обвести очерковые образующие отверстий в основании и цилиндрической части. Для построения отверстий в цилиндрической части рекомендуется использовать команду **ЗЕРКАЛО**, рис.9.

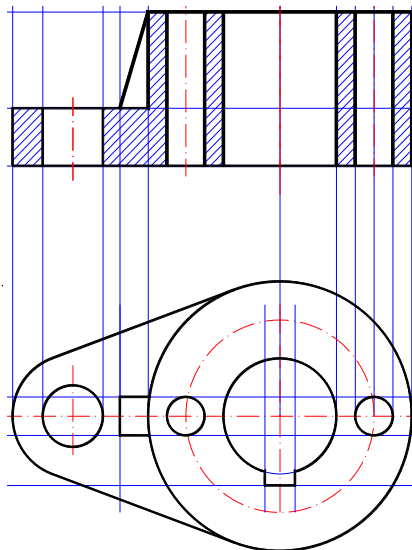



Рис.9

11. Текущий слой «Штриховка».

Команда **ШТРИХОВКА**  (Лента: вкладка **Главная** → панель **Рисование**): выбрать образец ANSI и указать по одной точке внутри каждой из замкнутых областей, подлежащих штриховке, рис. 10.

12. Текущий слой «Оси».

Командой **ОТРЕЗОК** провести осевые линии поверх линий проекционной связи, выходя за контур на 3-5 мм, рис. 10.

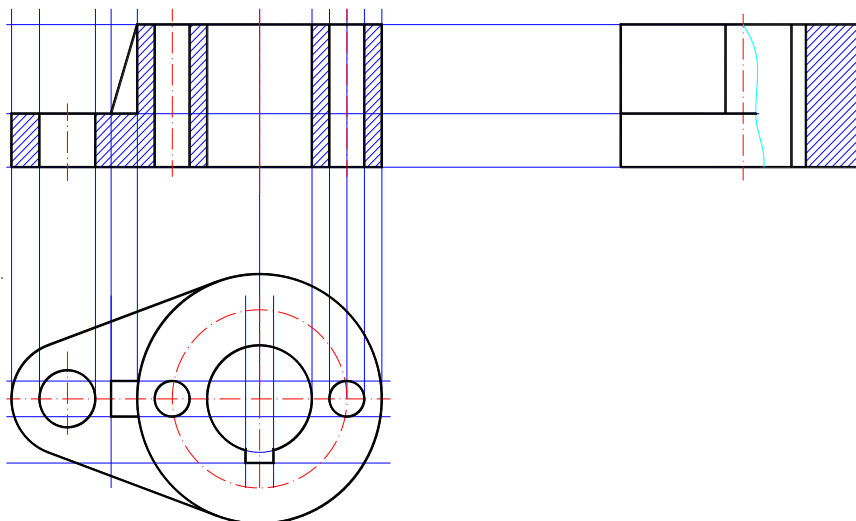


Рис. 10.

13. Строим вид слева, используя местный разрез для выявления шпоночного паза. Текущий слой «Черновик».

Наметить высоту элементов с помощью линий проекционной связи.

Команда **ОТРЕЗОК**: провести три горизонтальные линии (рис. 10), длиной примерно 250мм.

Для разбивке по ширине применить команду **ПОДОБИЕ**.

Дальнейшие построения выполнить самостоятельно по вышеописанной схеме (см. построение фронтального разреза).


Разграничить вид и разрез сплошной волнистой линией. Так как это линия сплошная тонкая

выполнить ее можно на слое «Штриховка» командой **СПЛАЙН**  (Лента: вкладка **Главная** → панель **Рисование**).

14. Оформить 2D чертеж возможно как в пространстве листа, так и в пространстве модели. В целях облегчения усвоения материала выберем второй вариант.

Для оформления чертежа необходима рамка формата А3 с основной надписью формы1. Если готовая рамка с основной надписью есть, то вставить ее в текущий файл можно через буфер обмена или как внешний блок.

Чтобы вычертить рамку надо сделать текущим слой «Рамка». Толщина линий на этом слое равна 0.2 мм, толщину основных линий зададим командой **ПОЛИЛИНИЯ**.

С помощью команды **ПРЯМОУГОЛЬНИК**  (Лента: вкладка **Главная** → панель **Рисование**) наметим границы формата (первый угол:0, 0; второй угол:420, 297)

Команда **ПОЛИЛИНИЯ**. Задать координаты первой точки рамки: 20,5; затем перейти на опцию **ширина** и задать начальную ширину:0.6; конечную ширину: 0.6. После указания ширины нужно указать координаты 2-й точки: @395,0;

координаты 3-й точки: @0,287;

координаты 4-й точки: @-395,0

и перейти на опцию **замкни**.

Основная надпись содержит линии различной толщины. Сначала вычертить границы рамки тонкими линиями.

Команда **ОТРЕЗОК**. Начертить последовательно вертикальный и горизонтальный отрезки от точки: 215,50  
до точки: @0,55  
до точки: @185,0

Размножить построенные линии командой **ПОДОБИЕ**, удалить лишние фрагменты командой **ОБРЕЗАТЬ** и выполнить обводку основных толстых линий командой **ПОЛИЛИНИЯ** (рис. 11)

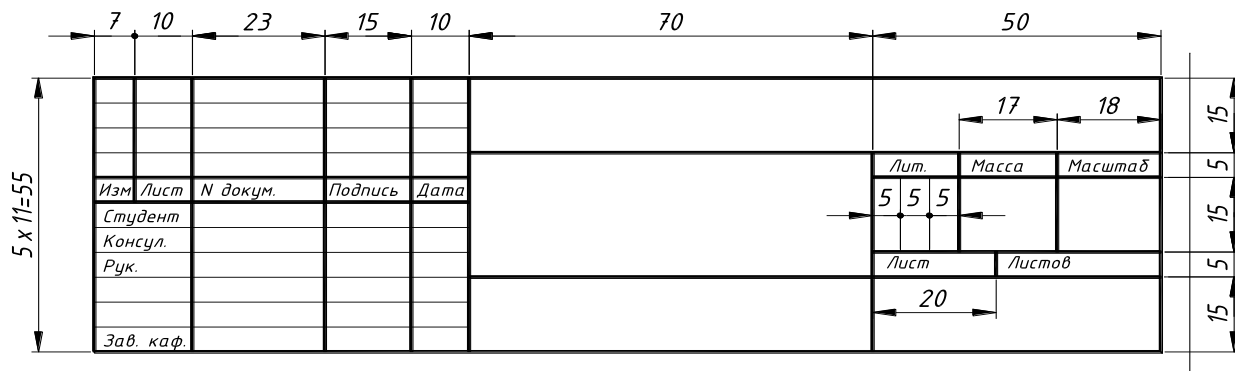





Рис.11.


Перед заполнением основной надписи необходимо настроить стиль текста. Диалоговое окно «Стиль текста» можно открыть через **Ленту**: вкладка **Главная** → панель **Аннотации** → . Это окно позволяет редактировать текущий или создать новый текстовый стиль, который определяется выбором шрифта *isocpeur*, наиболее соответствующего ЕСКД, высотой букв (в окне высоту задать о), углом наклона 15 градусов от вертикали.

Надписи выполнять командой **ТЕКСТ** (**Лента**: вкладка **Главная** → панель **Аннотации** ▼ → ) высотой 2,5; 7; 5мм, высоту удобнее менять непосредственно в команде **ТЕКСТ**.

**Компоновка чертежа.** Изображения должны отстоять друг от друга, а также от рамки чертежа примерно на одинаковое расстояние по вертикали и горизонтали. Расстояния должны быть достаточными для простановки размеров и обозначений. Передвинуть изображения, при необходимости, позволяет команда **ПЕРЕМЕСТИТЬ**, уменьшить или увеличить команда

**МАСШТАБ.** В нашем случае воспользуемся командой **МАСШТАБ**  (**Лента**: вкладка **Главная** → панель **Редактирование**) и уменьшим изображения в 2 раза. После выбора объектов, указать базовую точку (точка, не меняющая своего положения, после масштабирования)

**Простановка размеров.** Размеры представляют собой сложные примитивы, состоящие из размерных чисел (текстовая составляющая), выносных и размерных линий. По умолчанию AutoCAD создает ассоциативные размеры, то есть зависимые от объектов, к которым они привязаны. Это означает, что при редактировании основного объекта будут автоматически изменяться и связанные с ним размеры.

Перед простановкой размеров рекомендуется настроить размерный стиль соответствующий требованиям ЕСКД через диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей» (**Лента**: вкладка **Главная** → панель **Аннотации** ▼ → ). В окне отображается список размерных стилей

текущего чертежа, текущий стиль выделен. Стиль определяет внешний вид размеров. Кнопка **Редактировать**, вызывает диалоговое окно **Изменение размерного стиля**, в котором производится изменение параметров стиля.


Вкладка **Текст** этого окна позволяет выбрать стиль и высоту текста (3,5 мм), ориентацию текста – согласно ИЗО.

Вкладка **Основные единицы** позволяет задать единицы измерения, точность и масштаб размерных чисел. В нашем примере масштаб равен **2!**

После настройки размерного стиля переходим непосредственно к простановке размеров.

Текущий слой «Размеры»

Проставим сначала высоту детали на главном виде. Команда **РЗМЛИНЕЙНЫЙ** (**Лента:**

вкладка **Главная** → панель **Аннотации** → ):

*Начало первой выносной линии или <выбор объекта>: с помощью объектной привязки указать правую нижнюю точку на главном виде*

*Начало второй выносной линии: указать верхнюю правую точку*

*Положение размерной линии или [МТекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый]: требуется щелчком мыши указать точку на расстоянии не менее 10мм от крайней правой вертикальной контурной линии главного вида*

*Размерный текст <80>*

По указанным на объекте точкам, система сама определяет какой тип размера (вертикальный, горизонтальный) необходимо проставить. Опции **МТекст** (многострочный текст) и **Текст** позволяют редактировать размерный текст. Можно полностью изменить текст или сохранить выведенное значение с помощью угловых скобок < > и добавить, когда необходимо, текст до или после скобок. Так для указания знака диаметра перед размерным числом указывают символы %%c, а для простановки угла в градусах - %%d.

Проставить все оставшиеся линейные размеры самостоятельно, рис.11.

Нанести радиальный размер – команда **РЗМРАДИУС** (**Лента:** вкладка **Главная** → панель

**Аннотации** → ):

*Выберите дугу или круг: указать курсором дугу на виде сверху*

*Размерный текст <32>*

*Положение размерной линии или [МТекст/Текст/Угол]: указать точку местоположения размерной линии (она определяет внутри или снаружи будет расположен размер)*

Обозначение фронтального разреза выполнить на слое «Размеры», используя команды **ПОЛИЛИНИЯ**, **ЗЕРКАЛО**, **ТЕКСТ**, самостоятельно, рис.12.

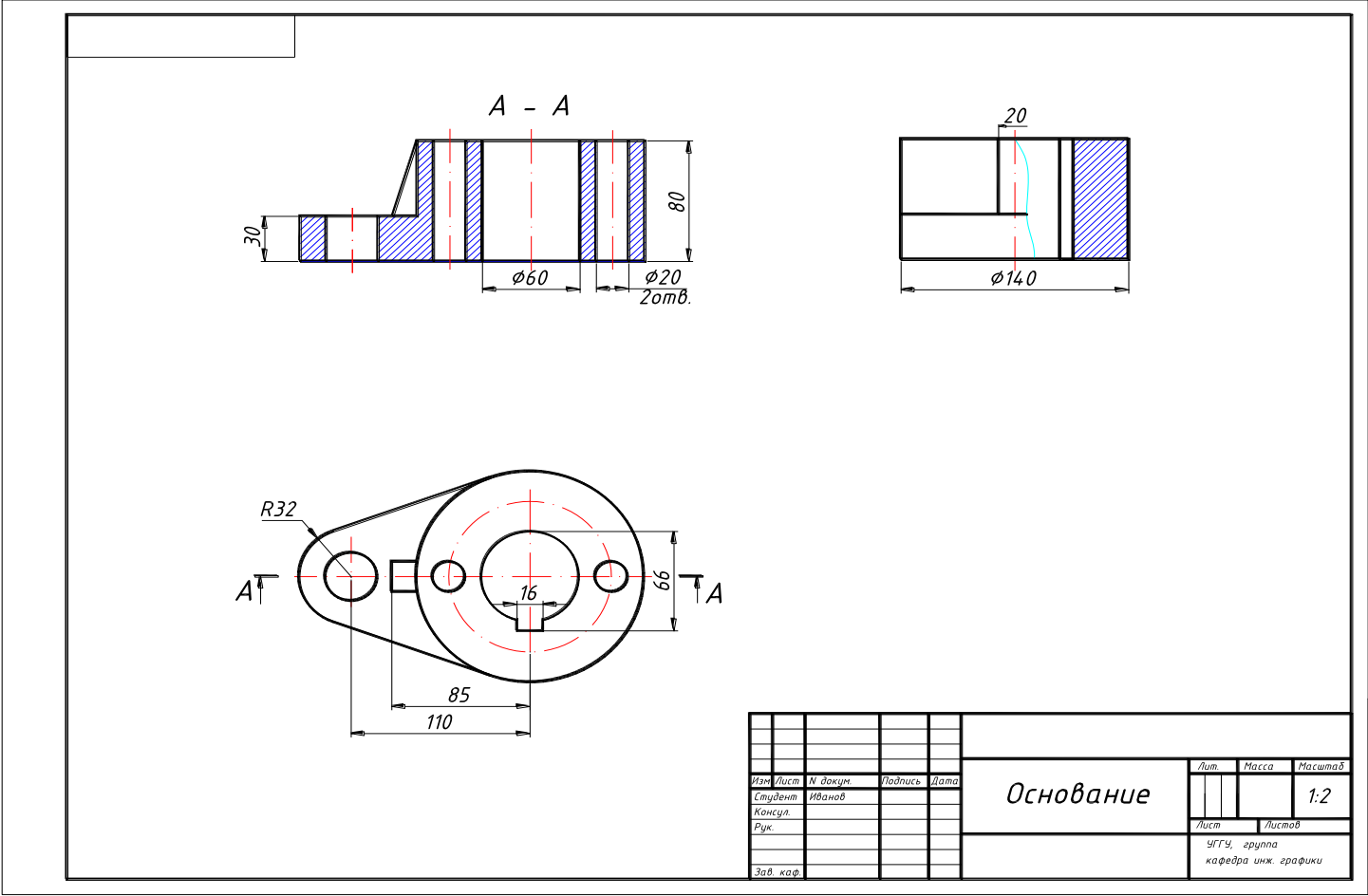
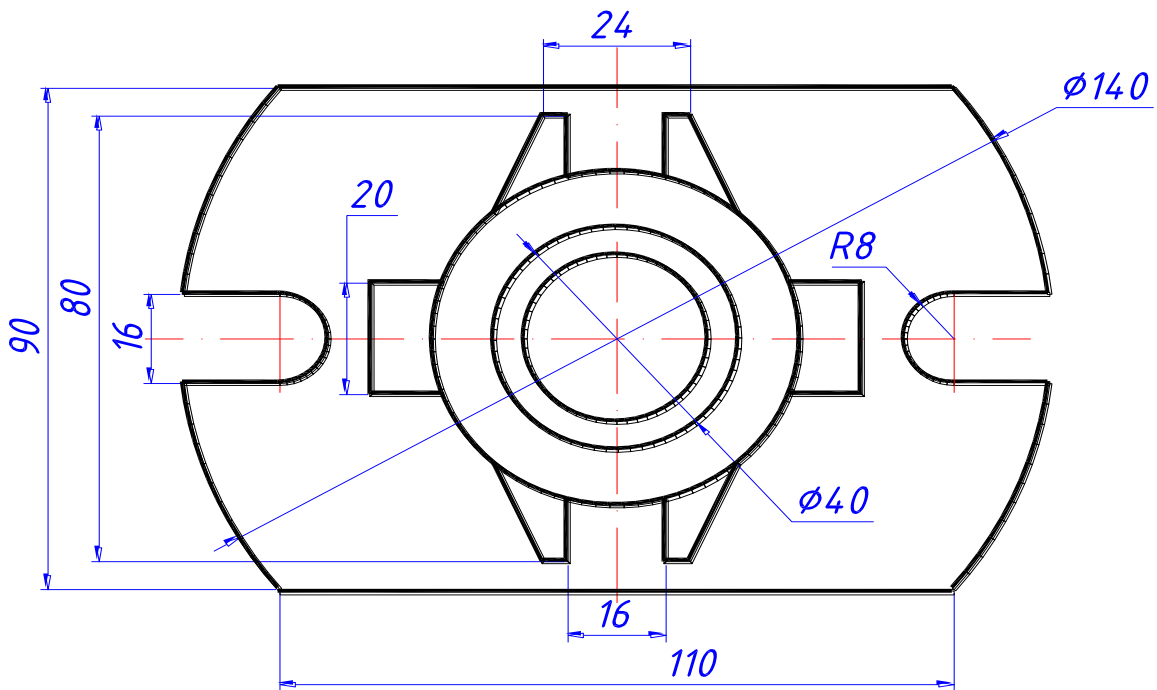
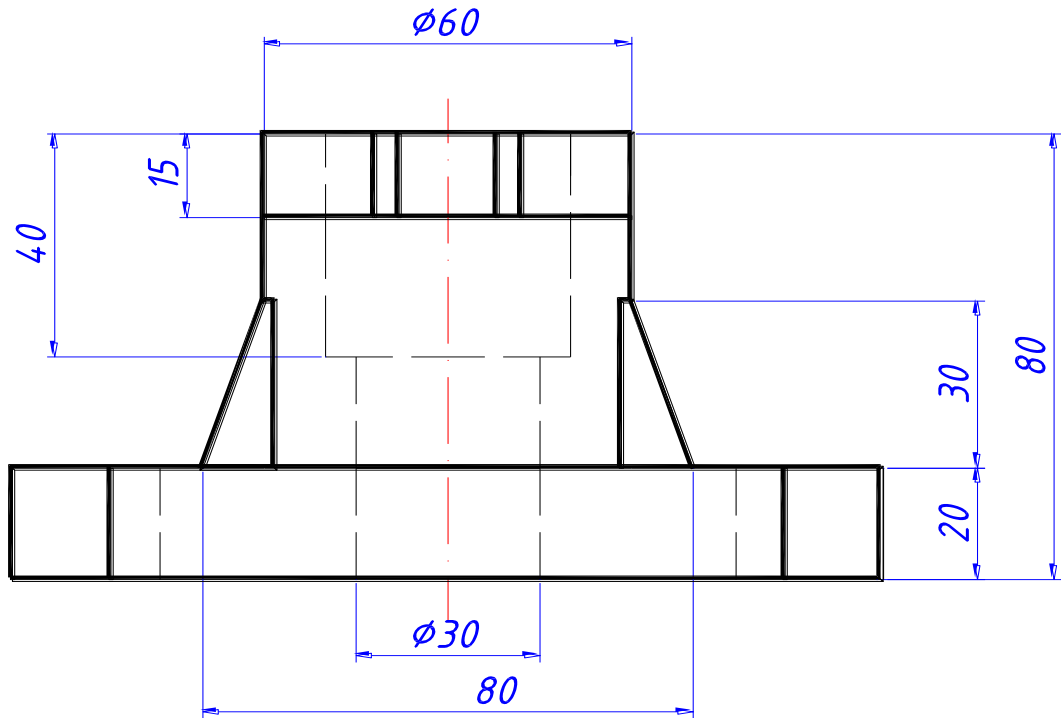


Рис.12

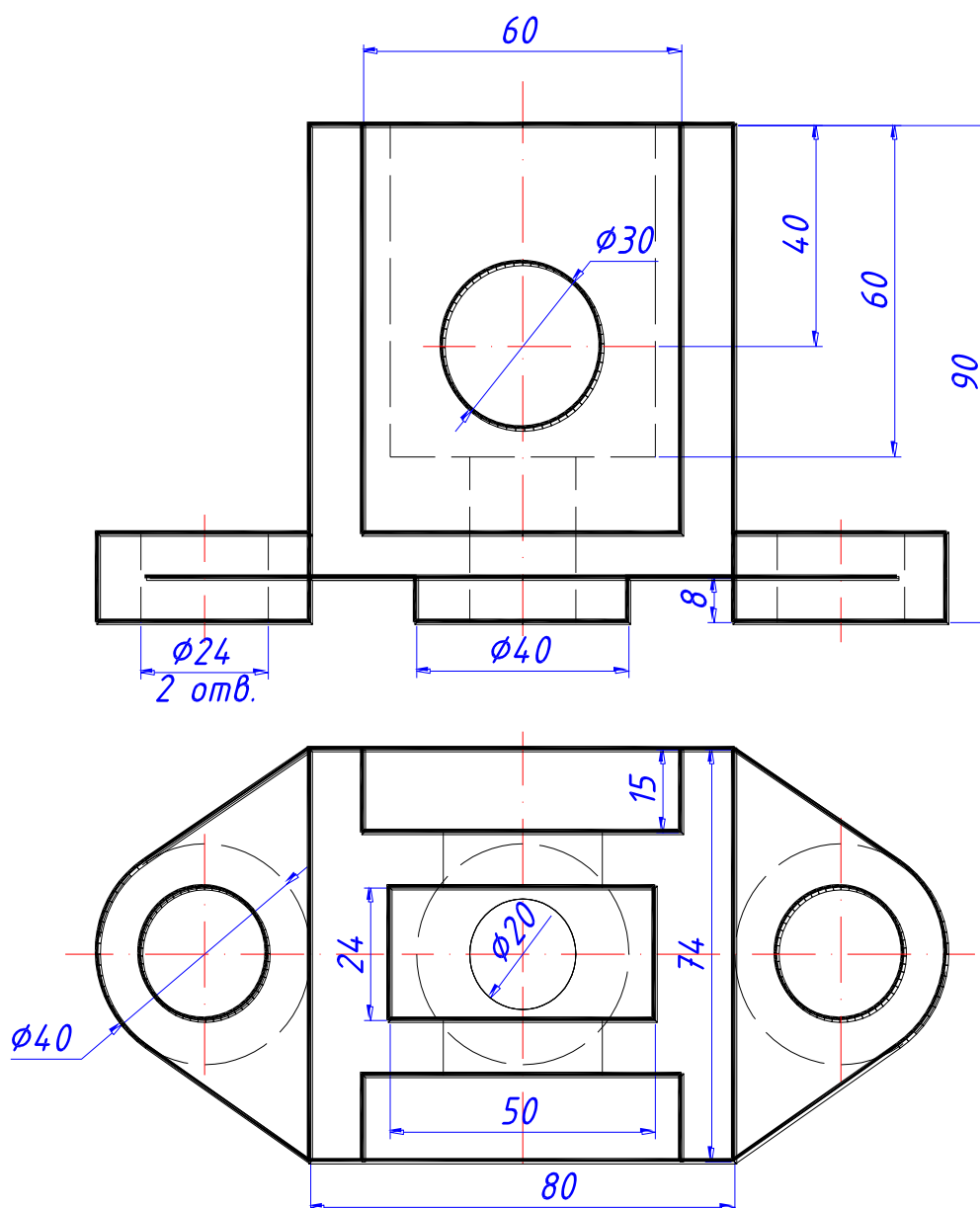
#### 4. ПРИЛОЖЕНИЕ

Вариант 1



Корпус

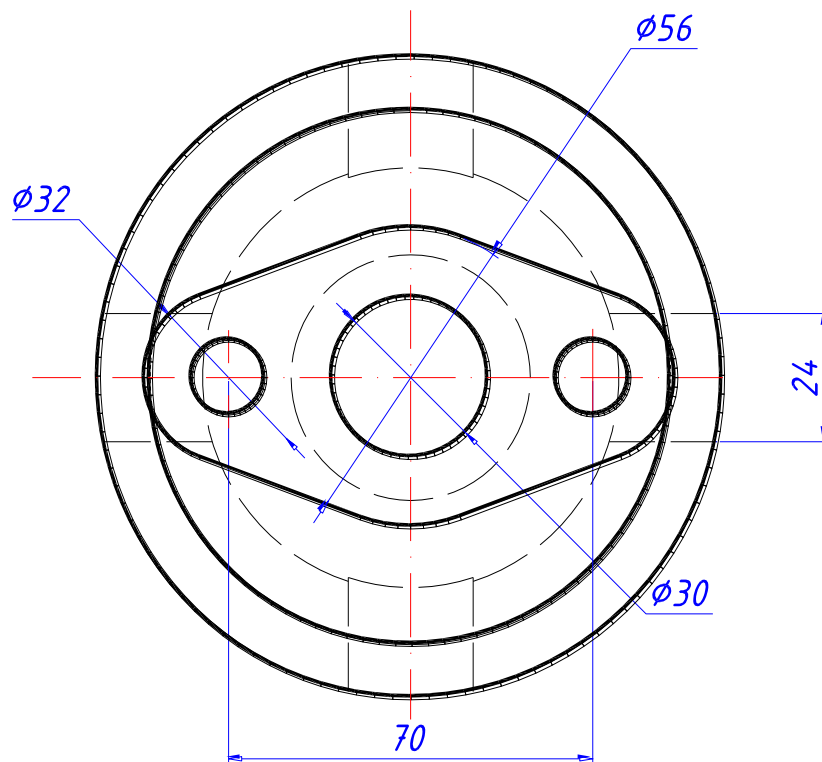
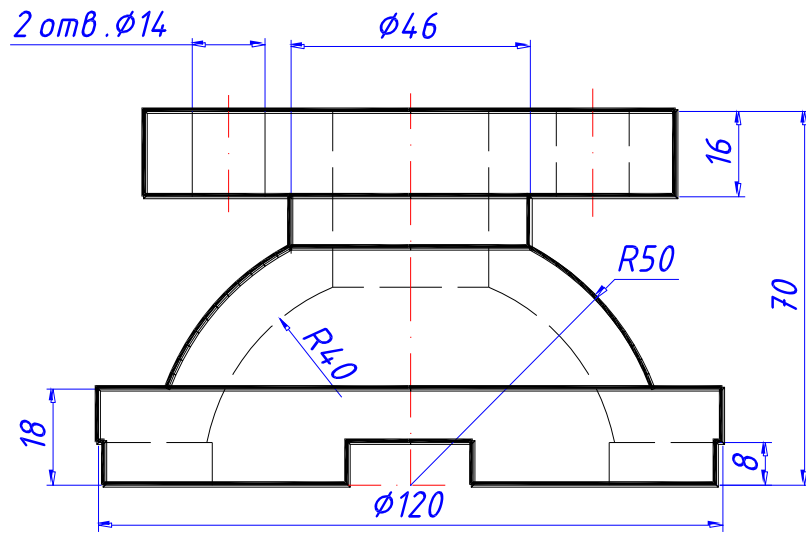
Вариант 2



Основание

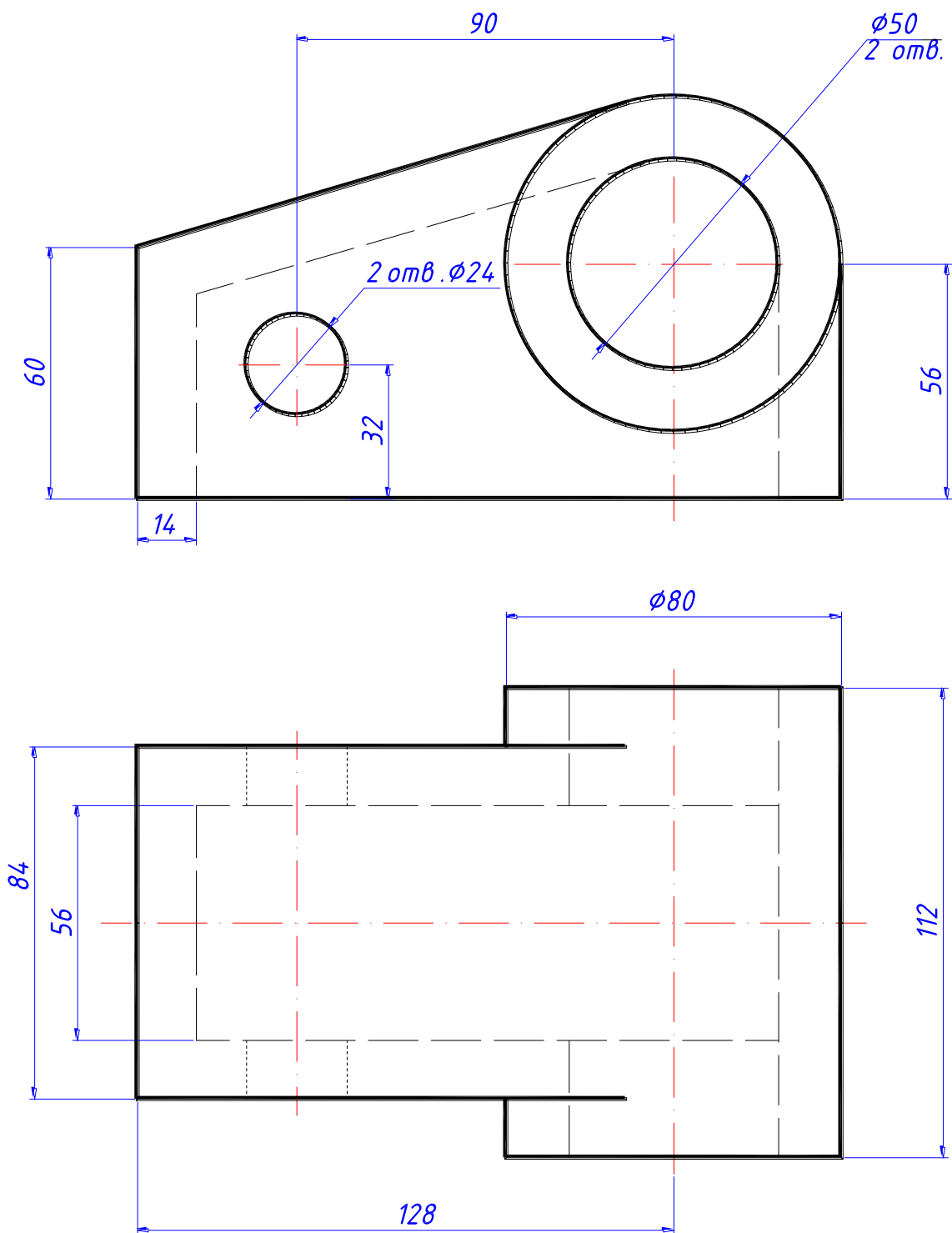


Вариант 3



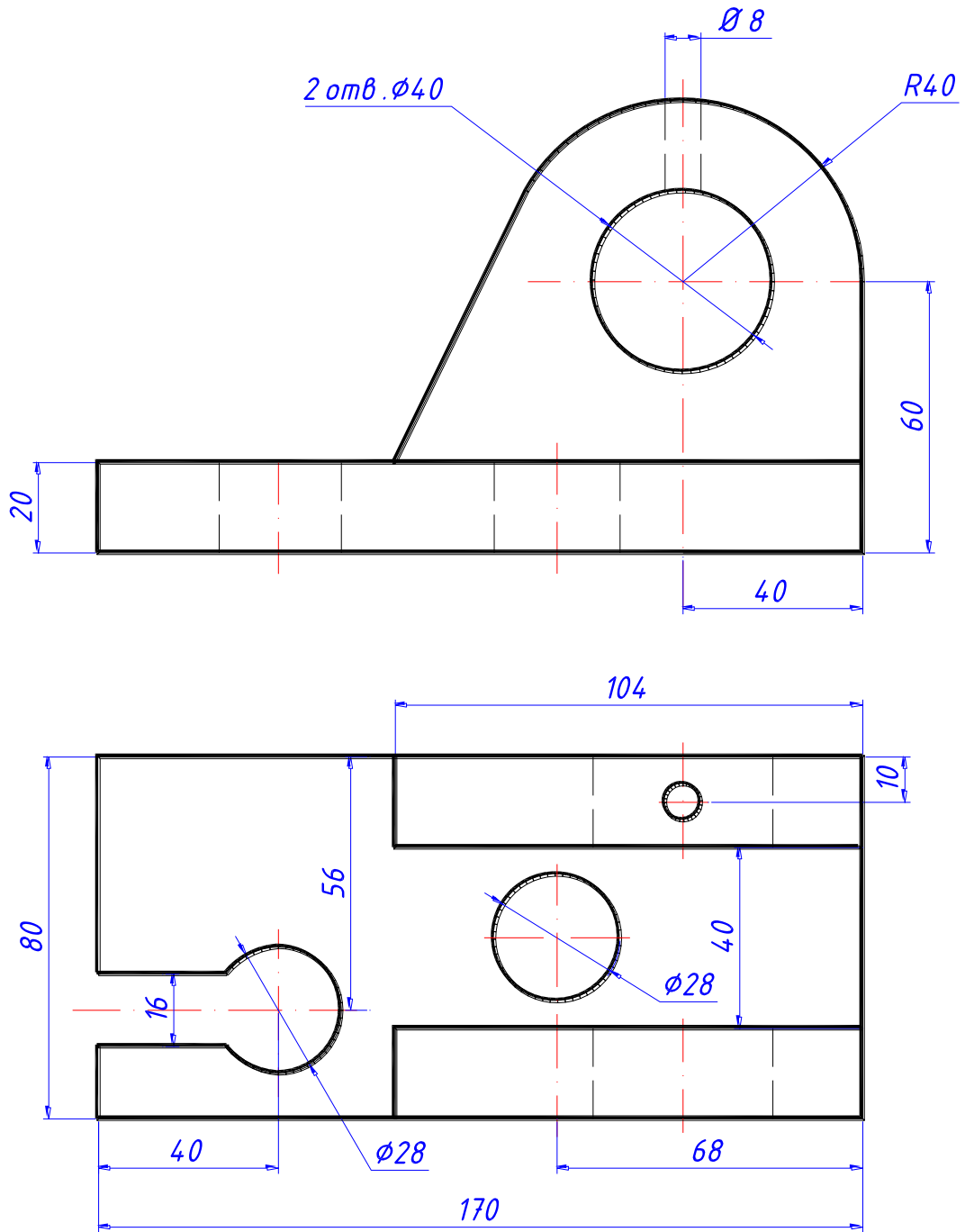
Крышка

Вариант 4



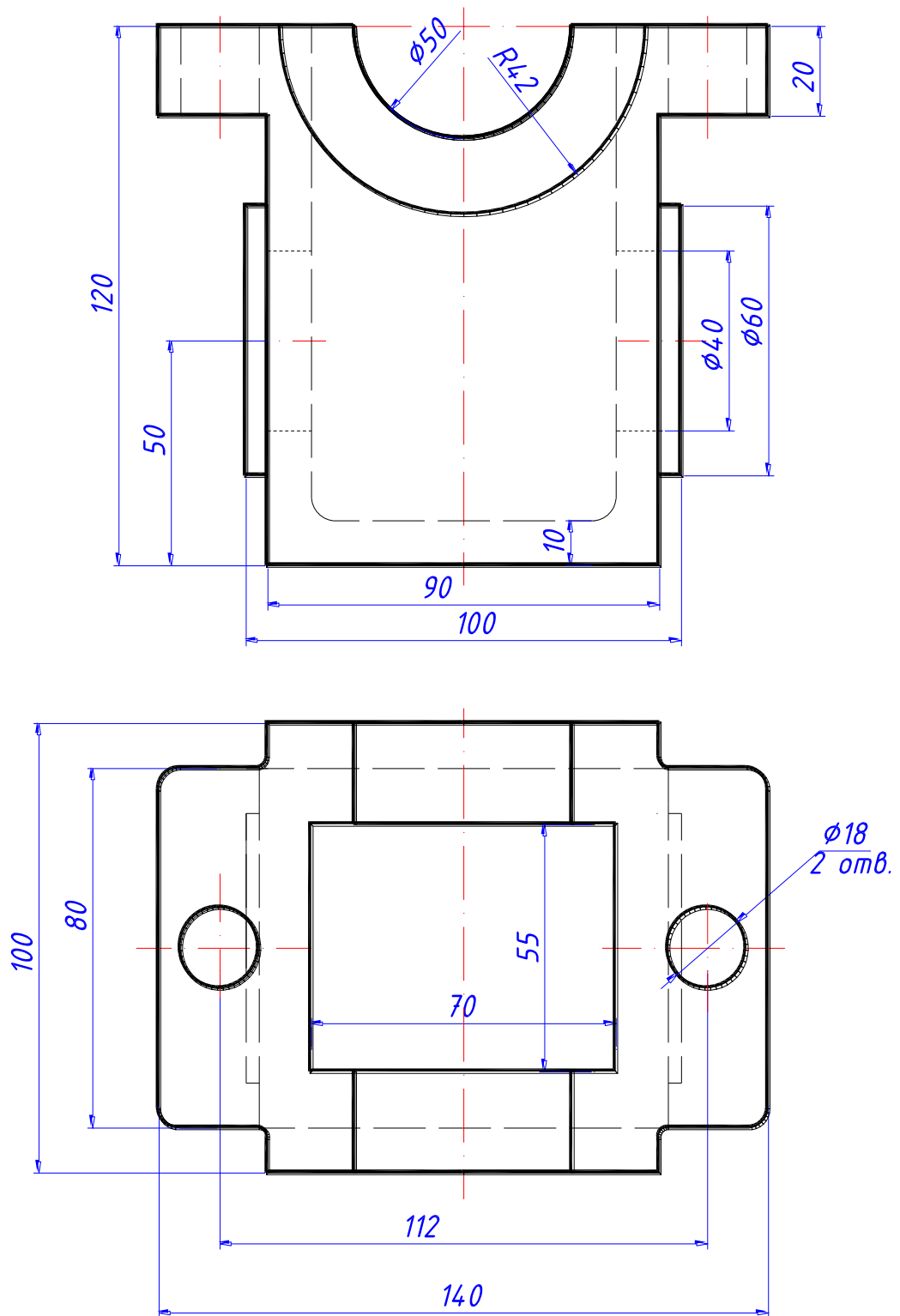
Кожух

Вариант 5



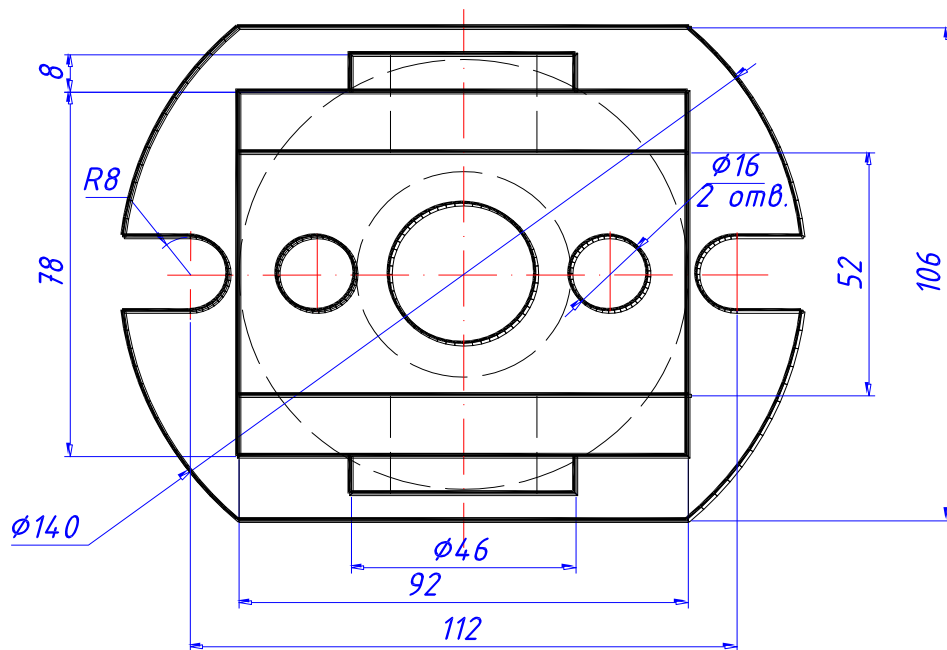
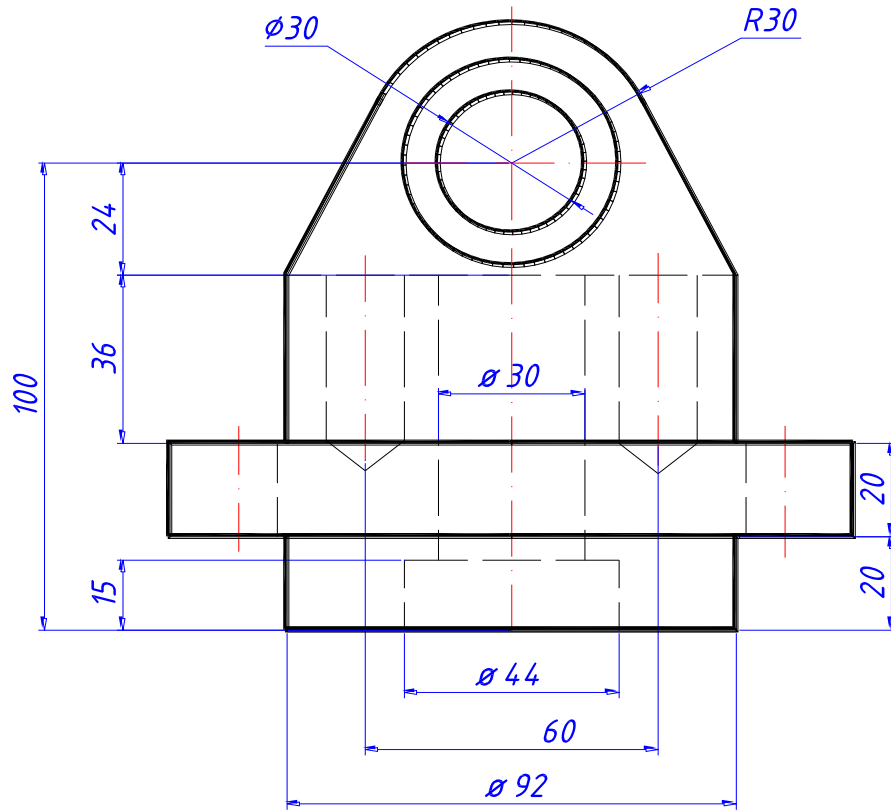
Прошина

Вариант 6



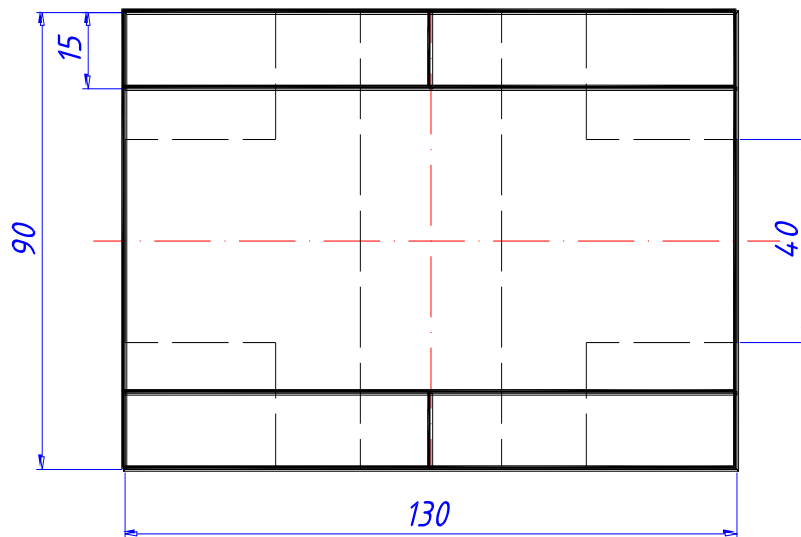
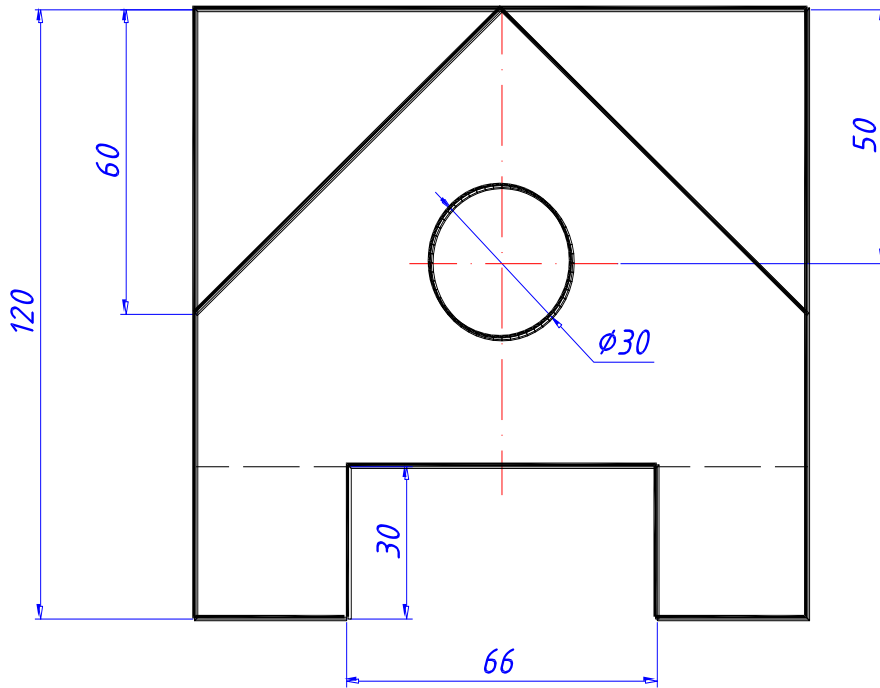
Корпус

Вариант 7



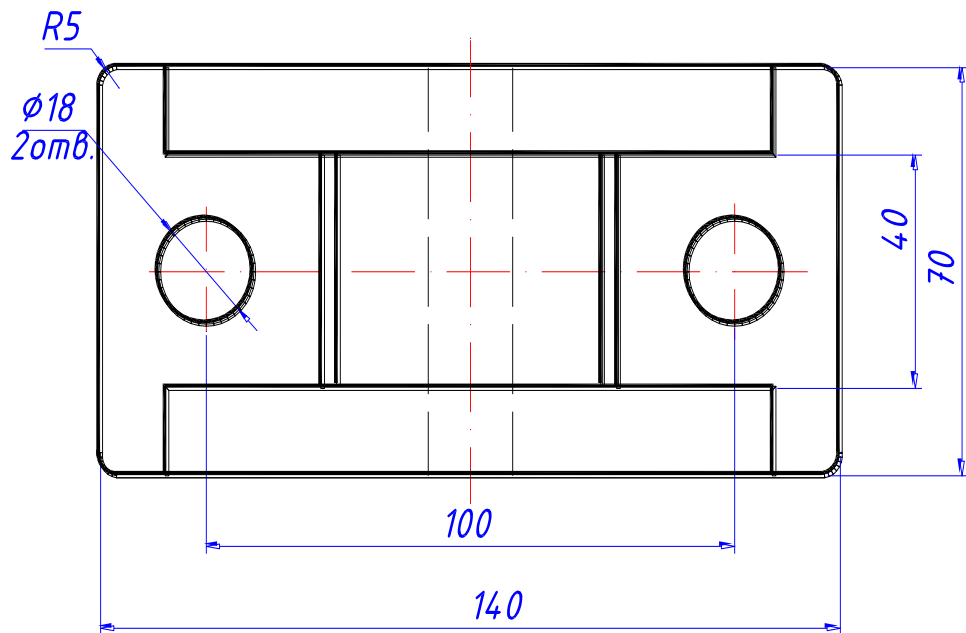
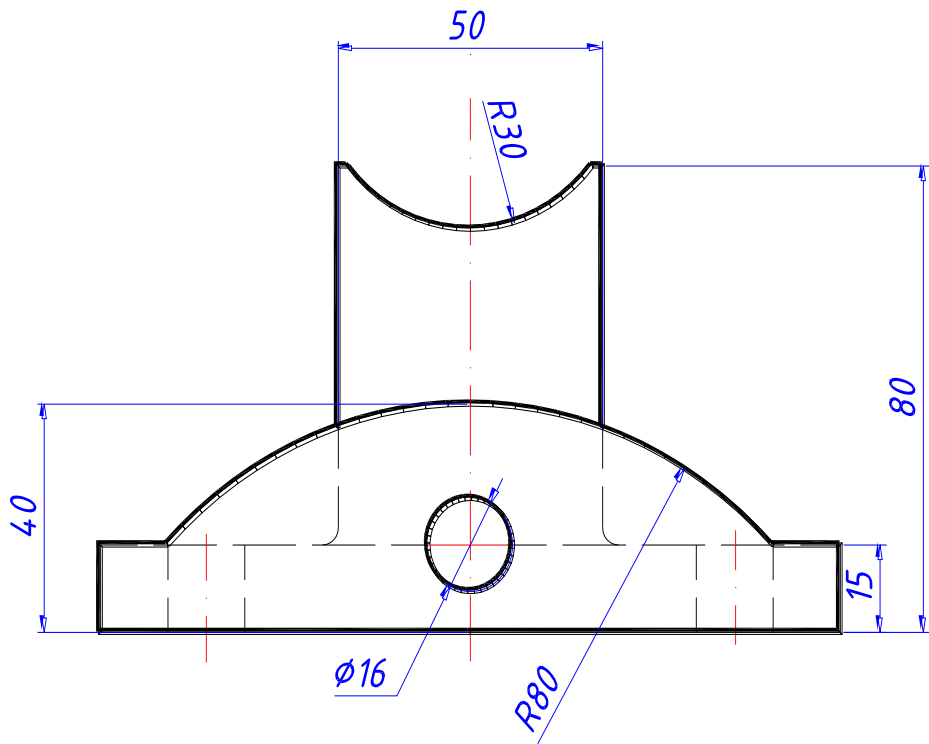
Проушина

Вариант 8



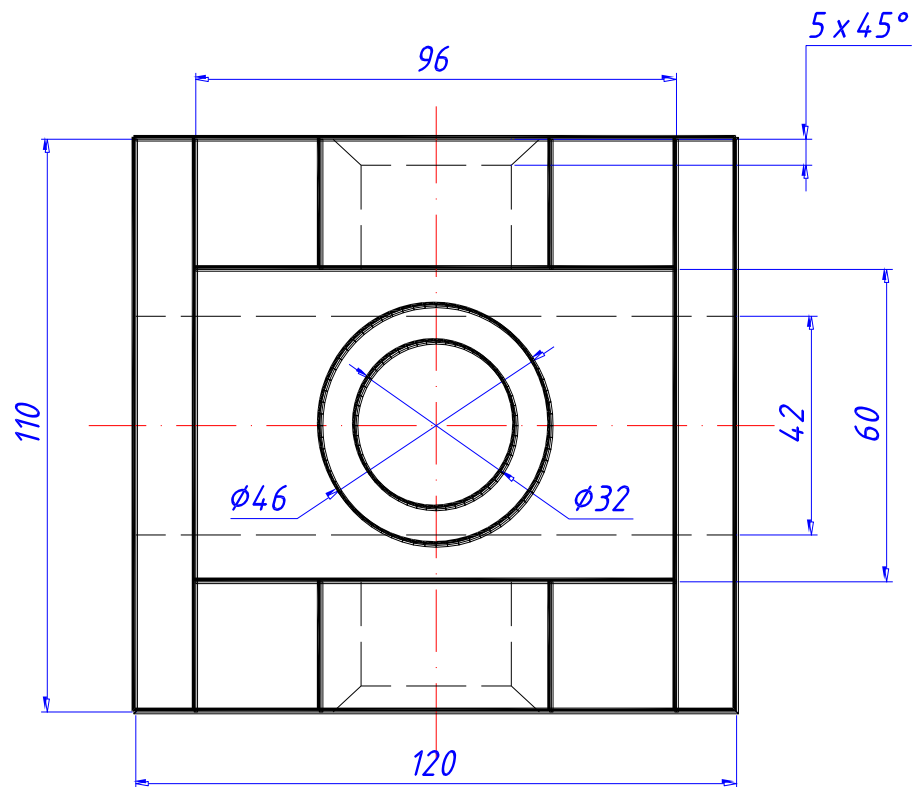
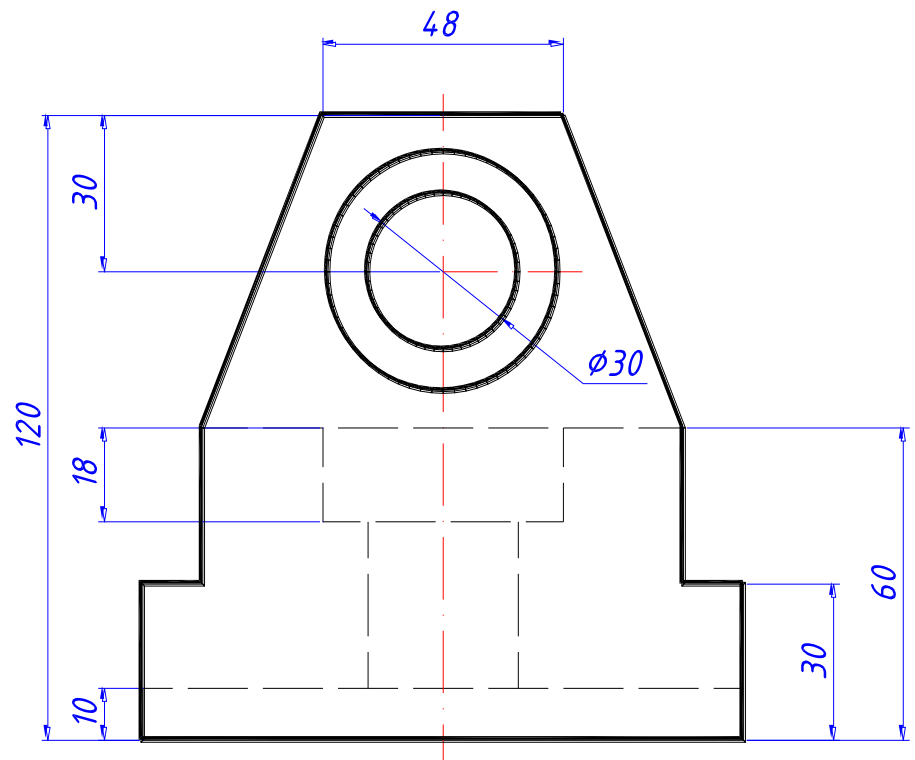
Колодка

Вариант 9



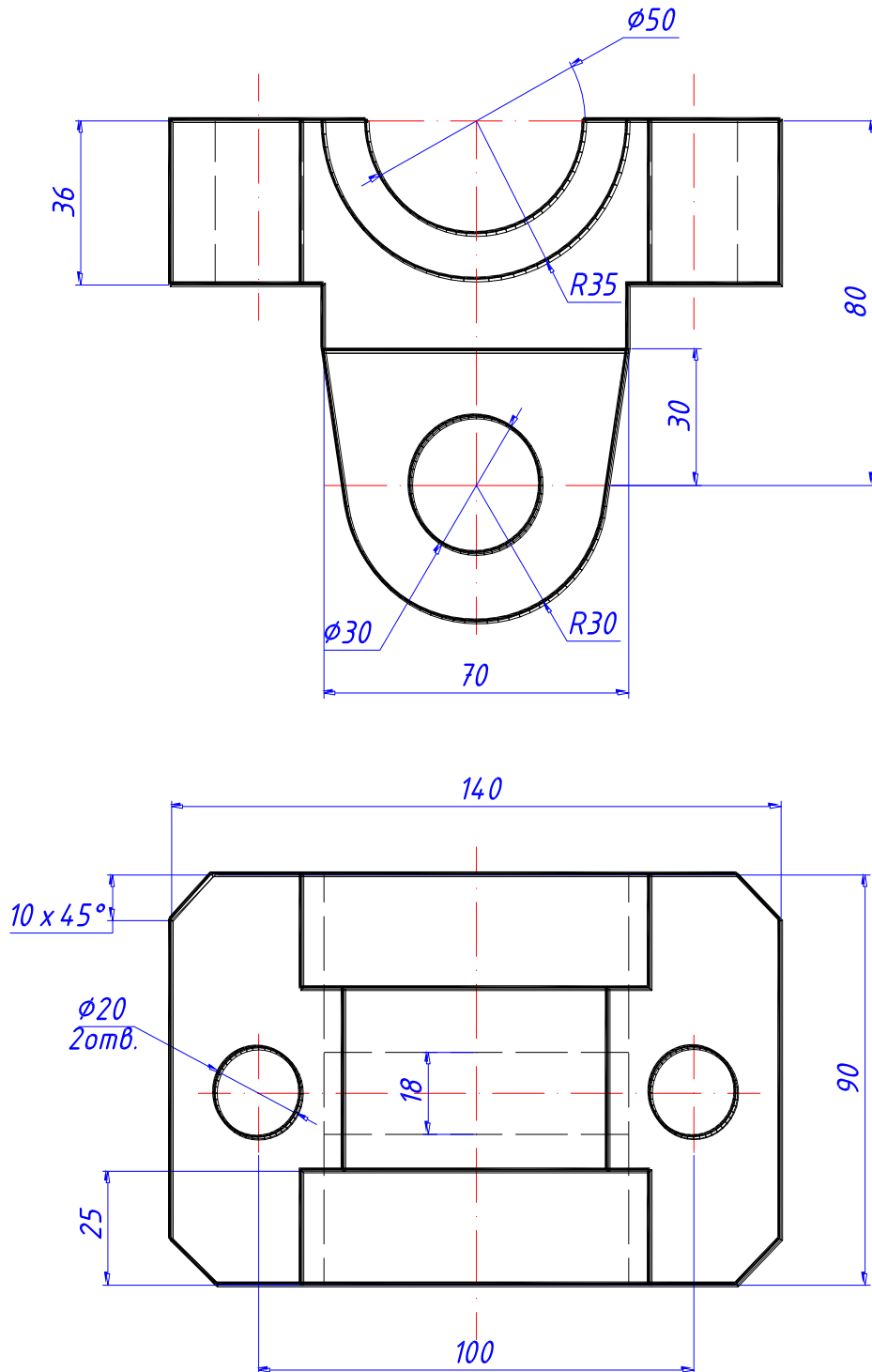
Опора

Вариант 10



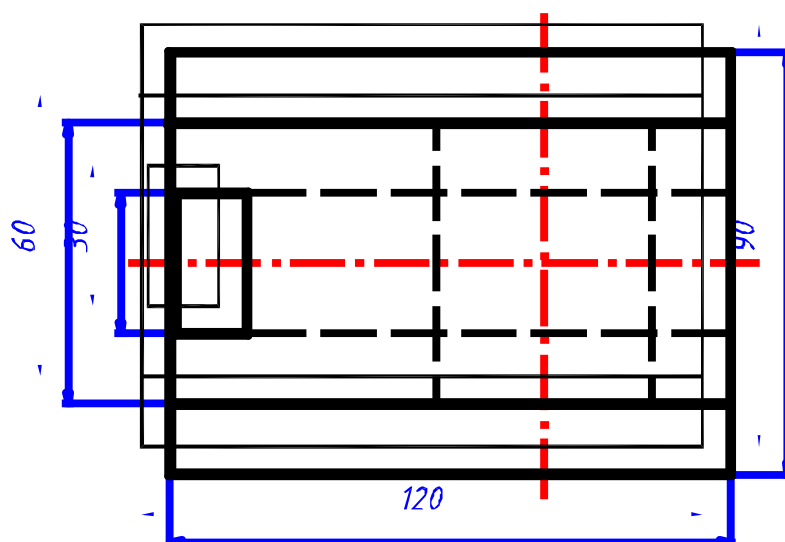
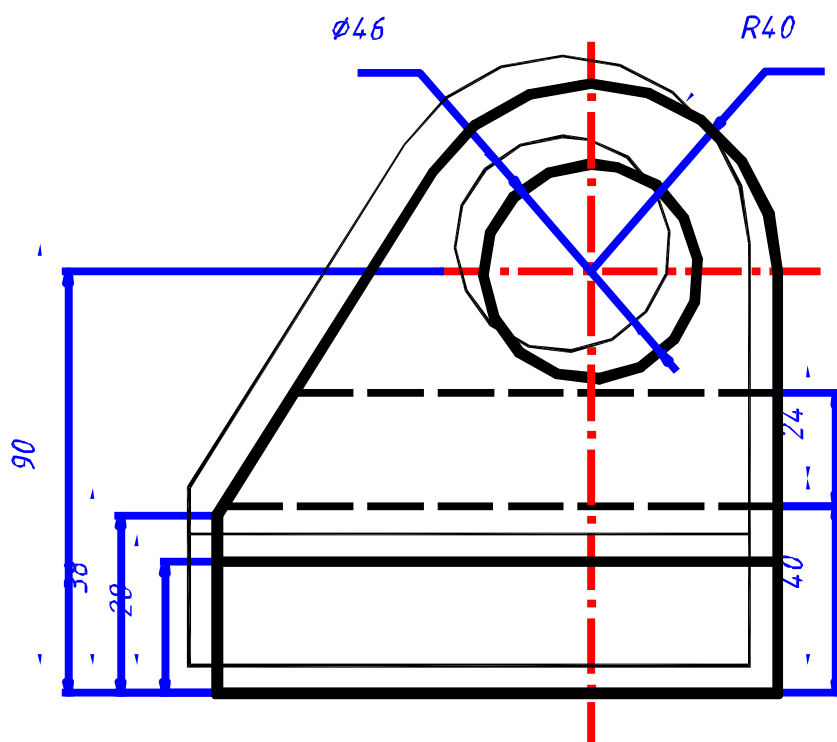


Вариант 11



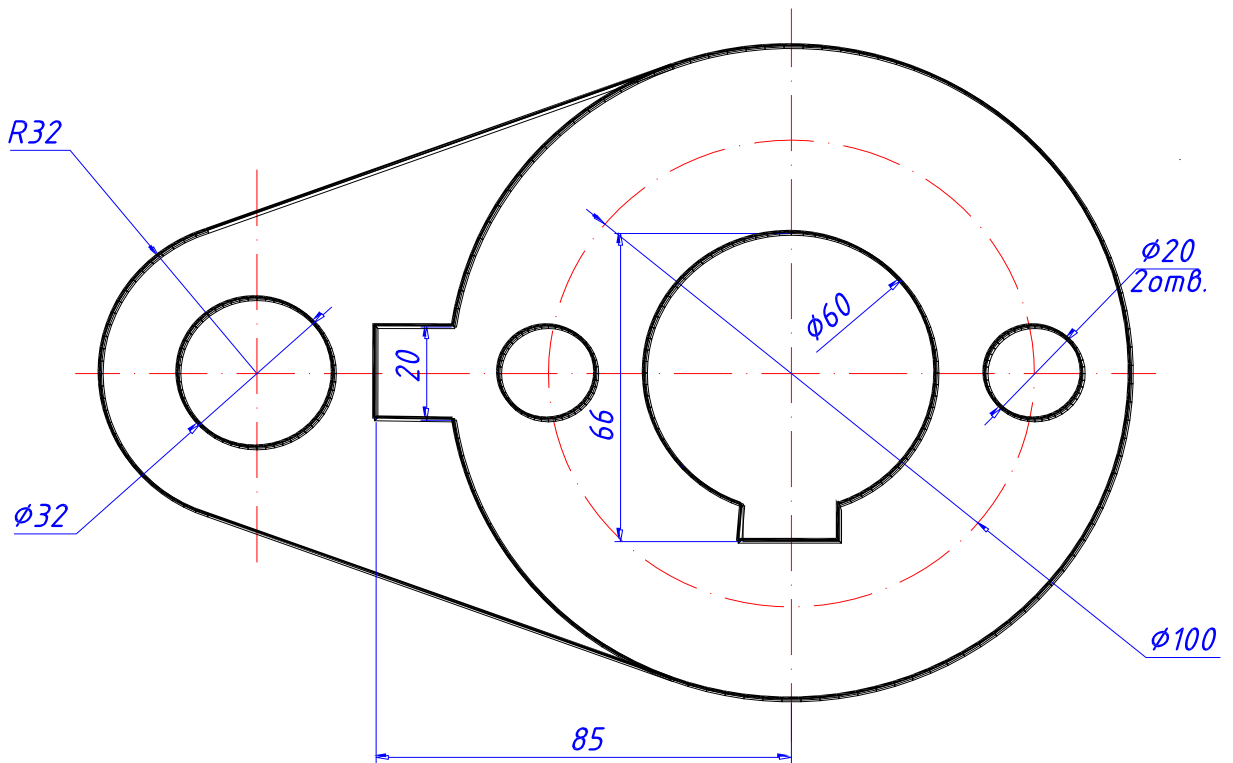
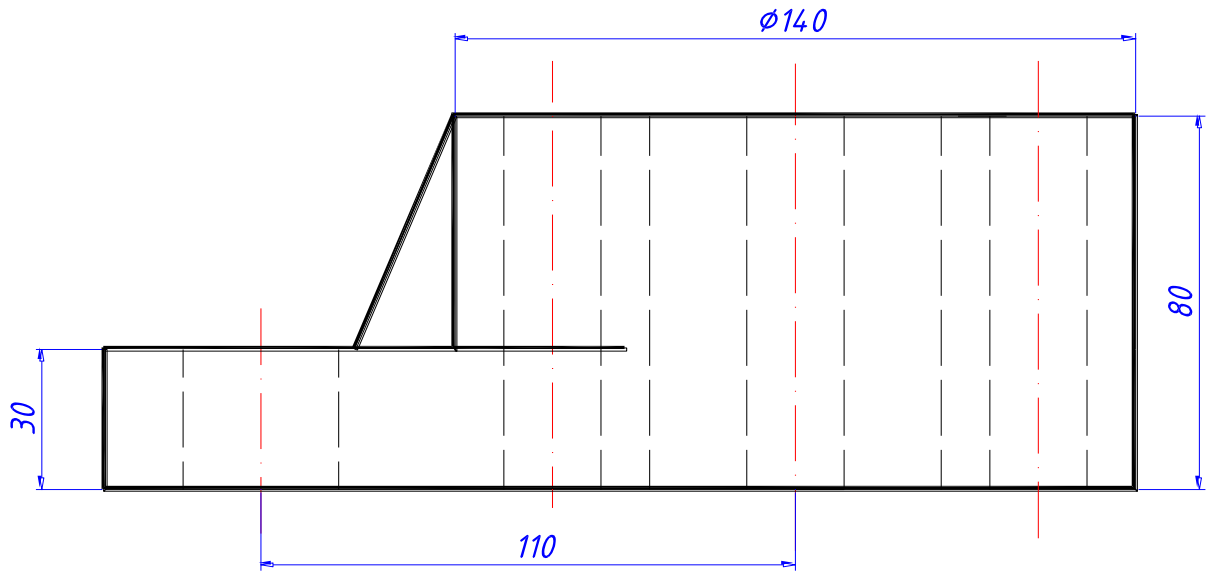
Серьга

Вариант 12



Вилка

Вариант 13



Основание

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полещук Н. Самоучитель AutoCAD 2016. – Санкт-Петербург: Издательство БХВ-Петербург, 2016. – 464с.
2. Шангина Е.И. Компьютерная графика. Учебное пособие. – Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2006. – 188с.
3. Хейфец А. Л. Инженерная компьютерная графика. Учебно-справочное пособие.— М.: ДИАЛОГ -МИФИ , 2002, 428 с.

Савина Татьяна Евгеньевна

*Методическое пособие*  
по выполнению практической  
работы «Создание проекционного чертежа средствами AutoCAD» по  
дисциплинам:  
«Инженерная и компьютерная графика»,  
«Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика».

Редактор

Подписано в печать \_\_\_\_\_.2017 г.

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8. Печать на ризографе.  
Гарнитура Times New Roman .Печ. л. \_\_\_\_\_. Уч.- изд. 0,83. Тираж 150 экз.  
Заказ №

Издательство УГГУ  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
Уральский государственный горный университет  
Отпечатано с оригинала – макета  
в лаборатории множительной техники УГГУ

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный  
университет»**

**А. П. Фролов**

**ЭПЮР № 3**

*Учебно-методическое пособие  
по выполнению графической работы  
для студентов всех специальностей*

**3 – е издание, переработанное**

**ЕКАТЕРИНБУРГ**

**2022**

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ ..... 5**

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ.....	6
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	6
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ СПОСОБОМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПЛОСКОСТЕЙ.....	8
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ВЗАИМНОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ СПОСОБОМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СФЕР .....	13
ПЕРЕСЕЧЕНИЕ КРИВОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОВЕРХНОСТЬЮ МНОГОГРАННИКА.....	18
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	20

## ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое учебно–методическое пособие предназначено для оказания помощи студентам при выполнении графической работы «Эпюр №3» по курсу «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Геометрическое моделирование»

При выполнении данной работы студент должен научиться методике определения взаимного пересечения кривых поверхностей. Эти знания горному инженеру могут пригодиться при решении конкретных технических задач. Известно, что в условиях горно-обогатительных предприятий одним из наиболее распространенных видов транспорта является трубопроводный транспорт. Большинство конструкций, предназначенных для транспортировки и хранения жидких и пульпообразных продуктов обогащения, выполняется из листового материала путем его изгибания и соединения краев пайкой, сваркой и т. п. Корпуса многих машин и аппаратов, применяемых при обогащении полезных ископаемых, также изготавливаются этими способами. Поверхности трубопроводов для транспортировки жидкостей и пульп, как известно, представляют собой цилиндры. Различные емкости и корпуса обогатительного оборудования ограничены цилиндрическими, коническими, сферическими, а также гранными поверхностями.

При проектировании подземных горных выработок может возникнуть необходимость построения линий перехода поверхностей этих выработок, которые, как известно, представляют собой сочетания поверхностей вращения и гранных поверхностей.

В данной работе рассмотрены основные способы построения линий взаимного пересечения различных поверхностей, в частности, приведена методика применения вспомогательных плоскостей и вспомогательных сфер.



## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Задание «Эпюр №3» предназначено для закрепления знаний студентов по теме «Взаимное пересечение поверхностей» и состоит из двух чертежей.

На первом чертеже необходимо определить линии взаимного пересечения поверхностей. В качестве исходных данных первого чертежа предложена композиция из поверхностей вращения и поверхностей многогранников. Для определения линии взаимного пересечения поверхностей (в первой задаче) рекомендуется применять способ вспомогательных секущих плоскостей. Чертеж необходимо выполнить в трех проекциях. Невидимый контур наносится штриховой линией.

Второй чертеж состоит из двух проекций заданных поверхностей. В качестве исходных данных дана композиция из двух или трех поверхностей вращения. Для решения задачи по определению взаимного пересечения поверхностей рекомендуется способ вспомогательных сфер. Невидимый контур наносится штриховой линией.

Оба чертежа рекомендуется выполнять в масштабе 1:1 на одном формате А 2. Пример выполнения задания приведен на рис. 6.

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Для определения линии взаимного пересечения поверхностей обычно применяют метод поверхностей-посредников. В качестве посредников могут быть использованы вспомогательные секущие плоскости и вспомогательные секущие сферы. Вспомогательные секущие плоскости могут быть использованы в том случае, если можно подобрать такое множество плоскостей, каждая из которых пересекает заданные поверхности по простым (с точки зрения построения) линиям. Таких линий, как известно, всего две – прямая и окружность.

Если даны две пересекающиеся поверхности  $\alpha$  и  $\beta$ , и необходимо определить на чертеже линию их пересечения, то для этого достаточно построить проекции ряда точек, принадлежащих обоим заданным поверхностям. Соединив одноименные проекции полученных точек определим искомую линию пересечения на чертеже. Таким образом, задача сводится к определению множества точек, общих для заданных поверхностей.

Методику определения таких точек можно свести к следующим действиям:

- 1) задаем вспомогательную секущую плоскость  $\gamma$ , исходя из условия изложенного выше;
- 2) определяем линии пересечения  $a$  и  $b$  вспомогательной плоскости  $\gamma$  и с заданными поверхностями  $\alpha$  и  $\beta$ ;
- 3) определяем точку (точки) пересечения  $K$  и  $M$  полученных линий  $a$  и  $b$ ;

Задав множество подобных плоскостей, определим ряд точек, принадлежащих обеим заданным поверхностям.

Более подробно и конкретно применение данной методики будет показано в следующем разделе.

Способ вспомогательных секущих сфер применяется в том случае, если в пространстве имеется множество сфер, каждая из которых пересекает заданные поверхности по окружностям. В частности, этот способ может быть применен для определения линии пересечения поверхностей вращения с пересекающимися осями вращения. При этом центр вспомогательных сфер должен находиться в точке пересечения осей вращения поверхностей, а сферы - расположены концентрически.

Эксцентрические сферы применяются в том случае, если оси поверхностей вращения не пересекаются, а также для определения линий взаимного пересечения циклических поверхностей. Положение центра для каждой вспомогательной сферы определяется в каждом конкретном случае и индивидуально.

Если даны две поверхности  $\alpha$  и  $\beta$ , то общая методика определения точек, принадлежащих линиям пересечения этих поверхностей, состоит из следующих действий:

1. Задаем вспомогательную секущую сферу  $\phi$ , пересекающую обе поверхности  $\alpha$  и  $\beta$ .
2. Определяем окружности  $m$  и  $l$ , по которым сфера  $\phi$  пересекает поверхности  $\alpha$  и  $\beta$ .
3. Определяем точки пересечения  $E$  и  $F$  окружностей  $m$  и  $l$ .

Задав множество подобных вспомогательных сфер, определим ряд точек, принадлежащих обеим заданным поверхностям.

Более подробно данная методика будет рассмотрена в последующих разделах.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ СПОСОБОМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПЛОСКОСТЕЙ

Методика реализации способа плоскостей была рассмотрена в предыдущем разделе. Основной проблемой при решении конкретной задачи является проблема выбора пространственного положения плоскостей-посредников. Совершенно очевидно, что для поверхностей с параллельными осями вращения следует выбирать вспомогательные плоскости, расположенные перпендикулярно осям вращения.

Характерный пример такого положения показан на рис. 1. В данном случае оси вращения поверхностей расположены вертикально, следовательно, если пересечь обе поверхности горизонтальной плоскостью, то в их сечении получатся окружности. Решение следует начинать с определения характерных точек. Совершенно очевидно, что точки 1, 2 и 3 являются характерными точками с экстремальными координатами  $z$ . Точки 2 и 3 лежат на окружностях оснований поверхностей и имеют минимальную координату  $z$ . Точка 1 имеет максимальную координату  $z$  и ее фронтальная проекция определяется пересечением очерков фронтальных проекций заданных поверхностей. Для определения промежуточных точек линии пересечения зададим вспомогательную плоскость  $\alpha$ . Фронтальный след этой плоскости  $\alpha_v$  в данном случае параллелен оси  $X$ . Плоскость  $\alpha$  пересекает поверхность сферы по окружности радиуса  $R$  и поверхность конуса по окружности радиуса  $r$ . Эти окружности отображаются на горизонтальную плоскость проекций без искажения.

Таким образом, построив горизонтальные проекции этих окружностей, определим горизонтальные проекции точек 6 и 7, принадлежащих обеим заданным поверхностям. Фронтальные проекции этих точек определим с помощью линий связи из условия их принадлежности следу  $\alpha_v$ . Задав множество подобных плоскостей, определим ряд точек, принадлежащих обеим заданным плоскостям. Соединив одноименные проекции точек между собой, построим проекции искомой линии пересечения.

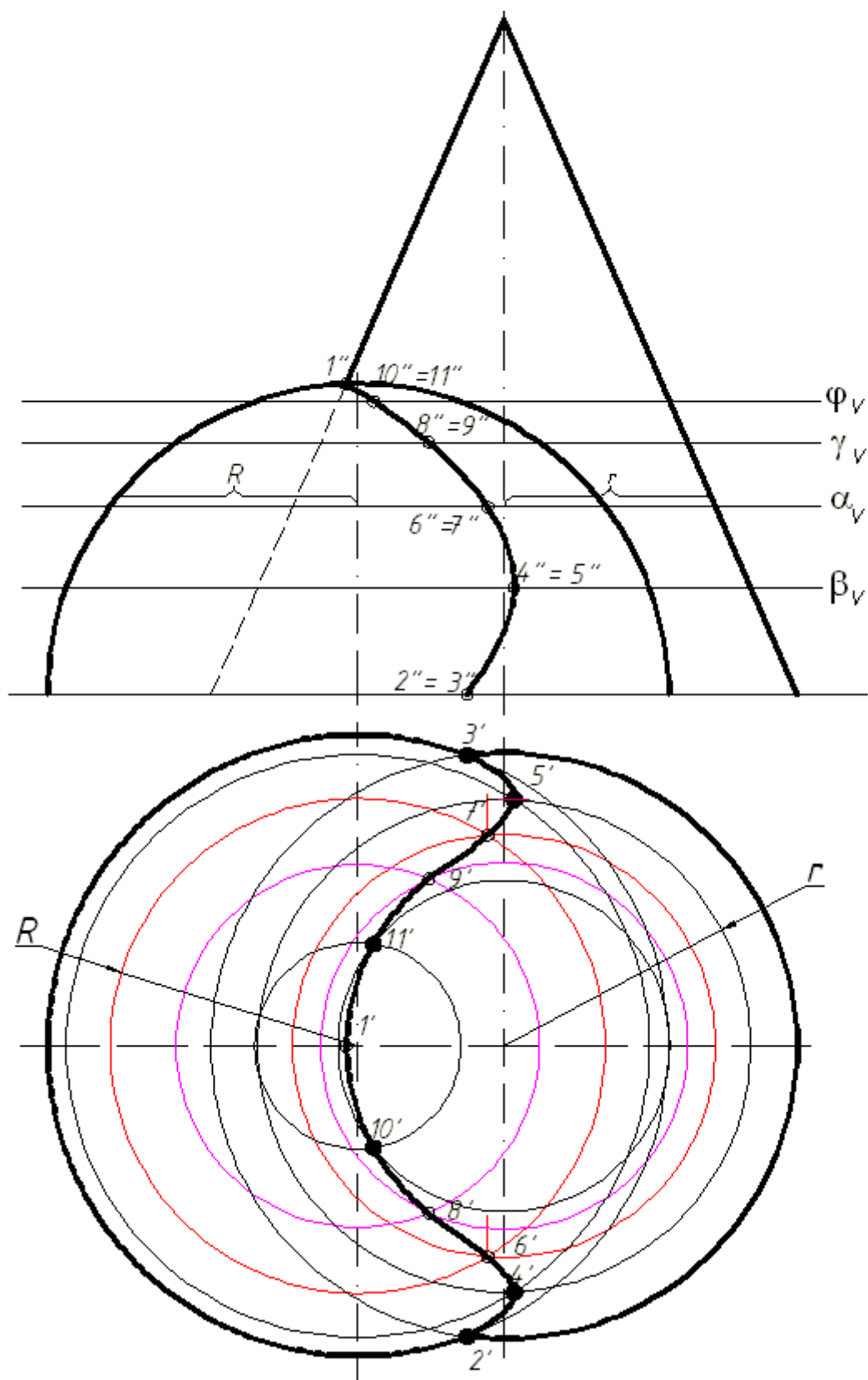


Рис. 1. Определение линии пересечения поверхностей вращения способом вспомогательных плоскостей

Совершенно очевидно, что горизонтальная проекция линии пересечения видима полностью, так как эта линия находится выше экватора сферы, горизонтальная проекция которого совпадает с очерком.

Что касается фронтальной проекции, то можно утверждать, что видимая часть проекции совпадает с невидимой частью, поскольку линия пересечения поверхностей симметрична относительно плоскости симметрии композиции из заданных поверхностей.

На рис. 2 показан еще один пример решения задачи по определению линии пересечения поверхностей вращения. Необходимо определить линии пересечения поверхности сферы и поверхности цилиндра вращения.

Общая методика решения этой задачи аналогична методике решения предыдущей задачи и сводится к заданию множества вспомогательных плоскостей.

В данном случае более рационально воспользоваться фронтальными вспомогательными плоскостями. Следует обратить внимание на то обстоятельство, что цилиндр занимает горизонтально-проецирующее положение и, следовательно, горизонтальная проекция искомой линии пересечения совпадает с очерком горизонтальной проекции цилиндра.

Для построения фронтальной проекции воспользуемся фронтальными вспомогательными плоскостями. Совершенно очевидно, что точки 4 и 10 являются точками с экстремальными координатами  $y$ , следовательно, вспомогательные секущие плоскости будут располагаться между этими двумя точками. Для определения фронтальных проекций этих точек зададим фронтальные плоскости  $\gamma$  и  $\rho$ . Эти плоскости пересекут поверхность сферы по двум окружностям радиусами  $R_1$  и  $R_2$  соответственно. Построив фронтальные проекции этих окружностей, определим фронтальные проекции точек 4 и 10 с помощью соответствующих линий связи. Важным моментом при решении подобных задач является методика определения точек с экстремальными координатами  $z$ .

В данном случае эти точки 5 и 11 лежат в плоскости симметрии, общей для обеих поверхностей. Совершенно очевидно, что эта плоскость  $P$  является горизонтально-проецирующей, которая определена осями вращения заданных поверхностей. В плоскости  $P$  лежат точки 5 и 11, горизонтальные проекции которых лежат в пересечении  $P_H$  и очерка горизонтальной проекции цилиндра.

Для определения фронтальной проекции этих точек зададим две фронтальные плоскости  $\lambda$  и  $\varepsilon$ , которые пересекут поверхность сферы по окружностям радиусов  $R_3$  и  $R_4$  соответственно. На фронтальных проекциях

этих окружностей строим точки  $5''$  и  $11''$ . С помощью плоскостей  $\lambda$  и  $\varepsilon$  определим также точки  $3$  и  $9$ . Их фронтальные проекции  $3''$  и  $9''$  лежат соответственно на окружностях радиусов  $R_3$  и  $R_4$ . Точки  $1$  и  $7$  имеют экстремальные координаты  $X$  и определяются с помощью плоскости  $\beta$ . Задав множество фронтальных вспомогательных плоскостей, определим ряд точек, принадлежащих обеим заданным плоскостям. Соединив фронтальные проекции этих точек между собой, построим фронтальную проекцию линии пересечения заданных поверхностей. Для определения видимости фронтальной проекции полученной линии необходимо определить границу видимости. Совершенно очевидно, что эта граница определяется двумя точками, а именно –  $1$  и  $7$ , поскольку фронтальные проекции этих точек лежат на очерковых линиях фронтальной проекции цилиндра. Таким образом, проекции  $1''$ ,  $2''$ ,  $3''$ ,  $4''$ ,  $5''$ ,  $6''$ ,  $7''$  невидимы. Что касается видимости горизонтальной проекции линии пересечения, то совершенно очевидно, что она вся видна, так как границей видимости является экватор сферы.

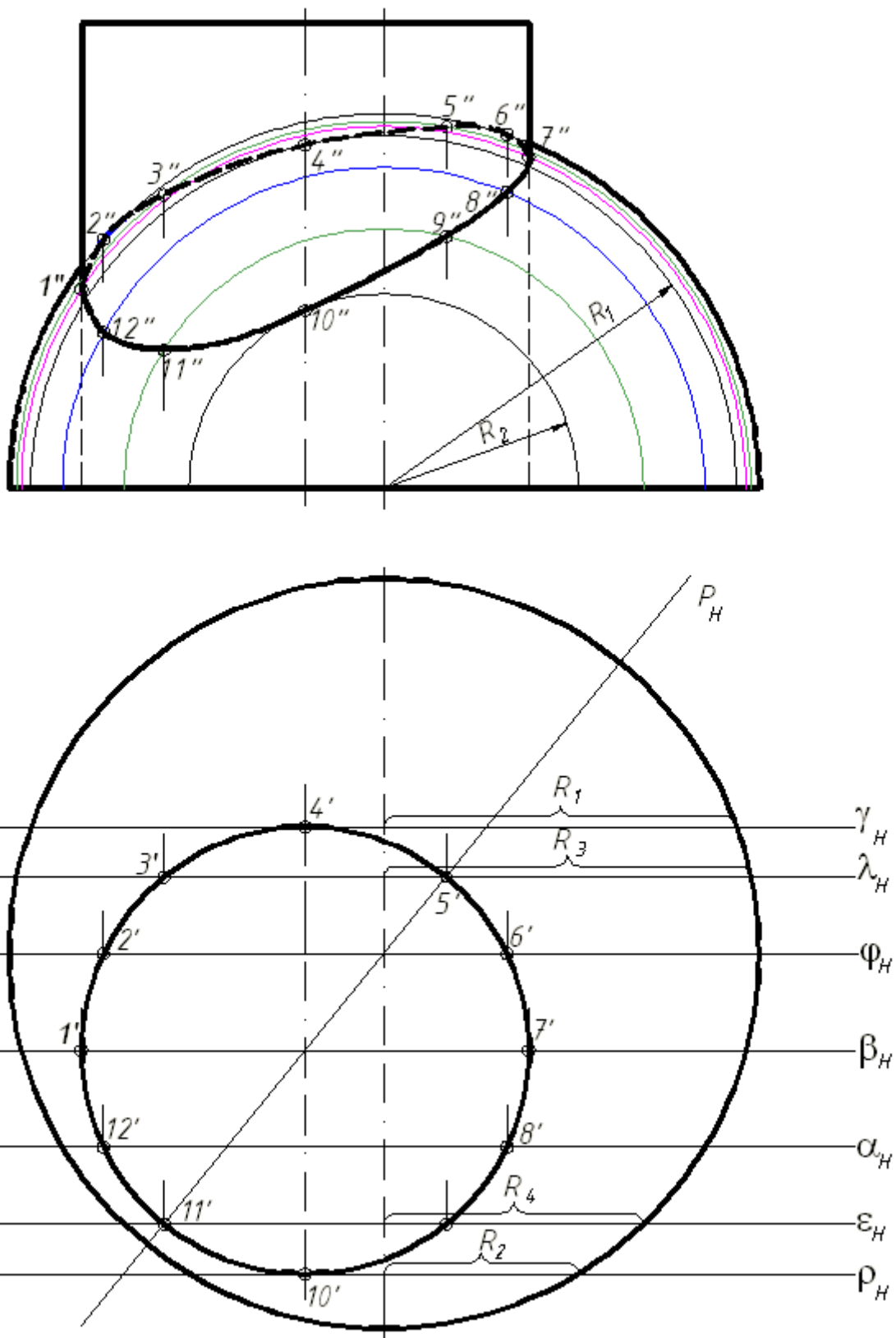


Рис. 2. Определение линии пересечения поверхностей вращения способом вспомогательных плоскостей

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ВЗАИМНОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ СПОСОБОМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СФЕР

Общая методика реализации способа вспомогательных сфер была рассмотрена в предыдущем разделе. При решении конкретной задачи этим способом необходимо определить пространственное положение центра каждой сферы. Каждая сфера должна быть расположена таким образом, чтобы она пересекала обе заданные поверхности по окружностям. Существуют две модификации способа вспомогательных сфер. В том случае, если оси вращения заданных поверхностей пересекаются между собой, для решения задачи следует применить концентрические сферы, т. е. сферы с единым центром. При этом центр сфер находится в точке пересечения осей вращения поверхностей. Известно, что если соосные поверхности вращения пересекаются, то линия их пересечения представляет собой окружность. Таким образом, если центр сферы находится в пересечении осей вращения поверхностей, то эта сфера будет соосна с обеими поверхностями и будет пересекать обе поверхности по окружностям. Если эти окружности пересекаются между собой, то точки их пересечения будут принадлежать обеим заданным поверхностям. Основной проблемой в этом случае является подбор таких вспомогательных сфер, которые пересекали бы обе поверхности, кроме того, непременным условием решения задачи является наличие общих точек полученных линий пересечения. На рис. 3. приведен конкретный пример применения концентрических сфер для решения задачи по определению линии пересечения поверхностей вращения с пересекающимися осями. Совершенно очевидно, что центр вспомогательных сфер находится в точке  $O$ , которая является точкой пересечения осей вращения поверхностей. Решение задачи следует начинать с определения диапазона изменения радиуса вспомогательных секущих сфер. Сфера максимального радиуса, как правило, проходит через точку пересечения очерковых образующих, в данном случае эта сфера проходит через точку 1 (рис. 3). Очерк фронтальной проекции сферы, таким образом, определяется проекцией  $1''$ . Сфера минимального радиуса обычно касательна к одной заданной поверхности и пересекает другую. В данном случае сфера минимального радиуса  $R_{\min}$  касается поверхности конуса по окружности радиуса  $r_1$  и пересекает поверхность цилиндра по окружности, фронтальная проекция которой представляет собой отрезок  $A''B''$ . Эта окружность, пересекаясь с окружностью радиуса  $r_1$ , дает две точки.



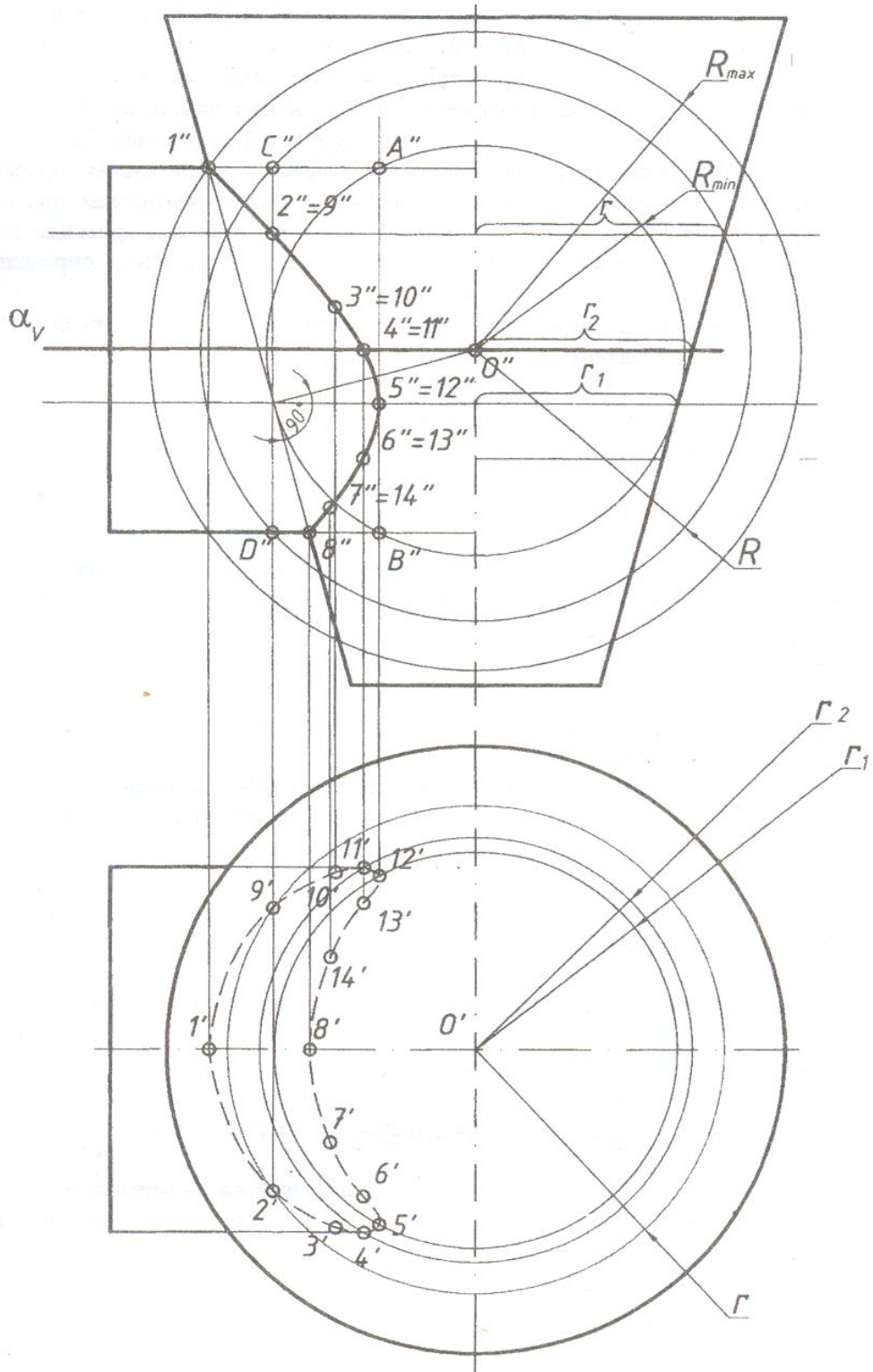


Рис. 3. Определение линии пересечения поверхностей вращения способом вспомогательных плоскостей

Фронтальные проекции этих точек на чертеже обозначены  $5''$  и  $12''$ . Эти точки являются характерными, так как носят экстремальный характер. В данном случае они имеют минимальную координату  $x$ . Горизонтальные проекции  $5'$  и  $12'$  лежат на окружности радиуса  $r_1$  и определены с помощью линии связи.

Определим остальные характерные точки. Фронтальные проекции точек 1 и 8 определены в пересечении очерков фронтальных проекций заданных поверхностей. Эти точки являются характерными, поскольку имеют экстремальные координаты  $z$ . Горизонтальные проекции этих точек лежат на оси, симметрии горизонтальной проекции данной композиции. Для определения точек, имеющих экстремальные координаты  $y$ , удобно воспользоваться горизонтальной плоскостью  $\alpha$ , проходящей через ось заданного цилиндра.

Эта плоскость пересекает поверхность конуса по окружности радиуса  $r_2$ . Горизонтальная проекция этой окружности, пересекаясь с очерковыми линиями горизонтальной проекции цилиндра, дает горизонтальные проекции точек 4 и 11. Фронтальные проекции этих точек принадлежат  $\alpha_v$  и построены с помощью линий связи. Для определения промежуточных точек зададим сферу радиуса  $R$  из условия  $R_{\max} > R > R_{\min}$ . Эта сфера пересечет поверхность конуса по окружности радиуса  $r$ . Фронтальная проекция окружности пересечения этой сферы с цилиндром обозначена  $C''D''$ . Фронтальная проекция окружности радиуса  $r$ , пересекаясь с  $C''D''$ , определит  $2''$  и  $9''$ . Горизонтальные проекции точек 2 и 9 определены по их принадлежности окружностям радиуса  $r$ . Точки 6 и 13 определены аналогично.

Определим видимость проекций линии пересечения. Совершенно очевидно, что линия взаимного пересечения заданных поверхностей симметрична относительно плоскости симметрии общей для обеих заданных поверхностей. Следовательно, видимая часть фронтальной проекции линии пересечения совпадает с её невидимой частью. Таким образом, фронтальная проекция линии выполняется сплошной основной. Что касается горизонтальной проекции линии пересечения, то можно утверждать, что вся она будет невидима, так как она находится ниже верхнего основания цилиндра.

На рис. 4 приведен пример определения линии пересечения с помощью эксцентрических сфер. Как и во всех предыдущих примерах, решение задачи следует начинать с определения характерных точек. В данном случае фронтальные проекции  $1''$ ,  $2''$  этих точек могут быть легко определены в пересечении очерков фронтальных проекций заданных поверхностей. Горизонтальные проекции этих точек ( $1'$ ,  $2'$ ) лежат на осевой линии очерков горизонтальных проекций поверхностей.

Основной проблемой реализации способа эксцентрических сфер является методика определения центра сферы. В данном случае поверхность тора может быть представлена как множество окружностей, каждая из которых лежит в плоскости, проходящей через ось вращения поверхности. Совершенно очевидно, что окружности, необходимые для решения данной задачи, лежат в плоскостях, расположенных между плоскостями  $\alpha$  и  $\omega$ , проходящими через характерные точки  $1''$  и  $2''$ .

Зададим в этом диапазоне вспомогательную секущую плоскость  $\beta$ , которая пересечет поверхность тора по окружности, проходящей через точки  $A$  и  $B$ . Центр этой окружности - точка  $C$ .

Представим себе, что через точку  $C$  проходит ось воображаемого цилиндра вращения, которая параллельна фронтальной плоскости проекций. Эта ось, пересекаясь с осью конуса, даст точку  $O_1$ . Из полученной точки  $O_1$  задаем вспомогательную сферу радиуса  $R_1$ , которая проходит через окружность с центром  $C$ . В этом случае очерк фронтальной проекции сферы пройдет через  $A''$  и  $B''$ . Заданная сфера пересечет поверхность конуса по окружности радиуса  $r_1$ .

Эта окружность, пересекаясь с окружностью, лежащей на поверхности тора и имеющей в качестве центра точку  $C$ , даст две точки – 3 и 4. Фронтальные проекции этих точек лежат на  $A''B''$ . Горизонтальные проекции лежат на окружности радиуса  $r_1$  с центром  $O_1'$ . Точки 5 и 6 определены с помощью вспомогательной плоскости  $\gamma$  и вспомогательной сферы радиуса  $R_2$  с центром  $O_2'$ . Определим видимость проекций линии пересечения. Совершенно очевидно, что горизонтальная проекция этой линии видима, поскольку сама линия пересечения лежит на верхней половине тора. Что касается фронтальной проекции, то её видимая часть совпадает с невидимой частью, поэтому фронтальная проекция линии пересечения выполнена сплошной основной.

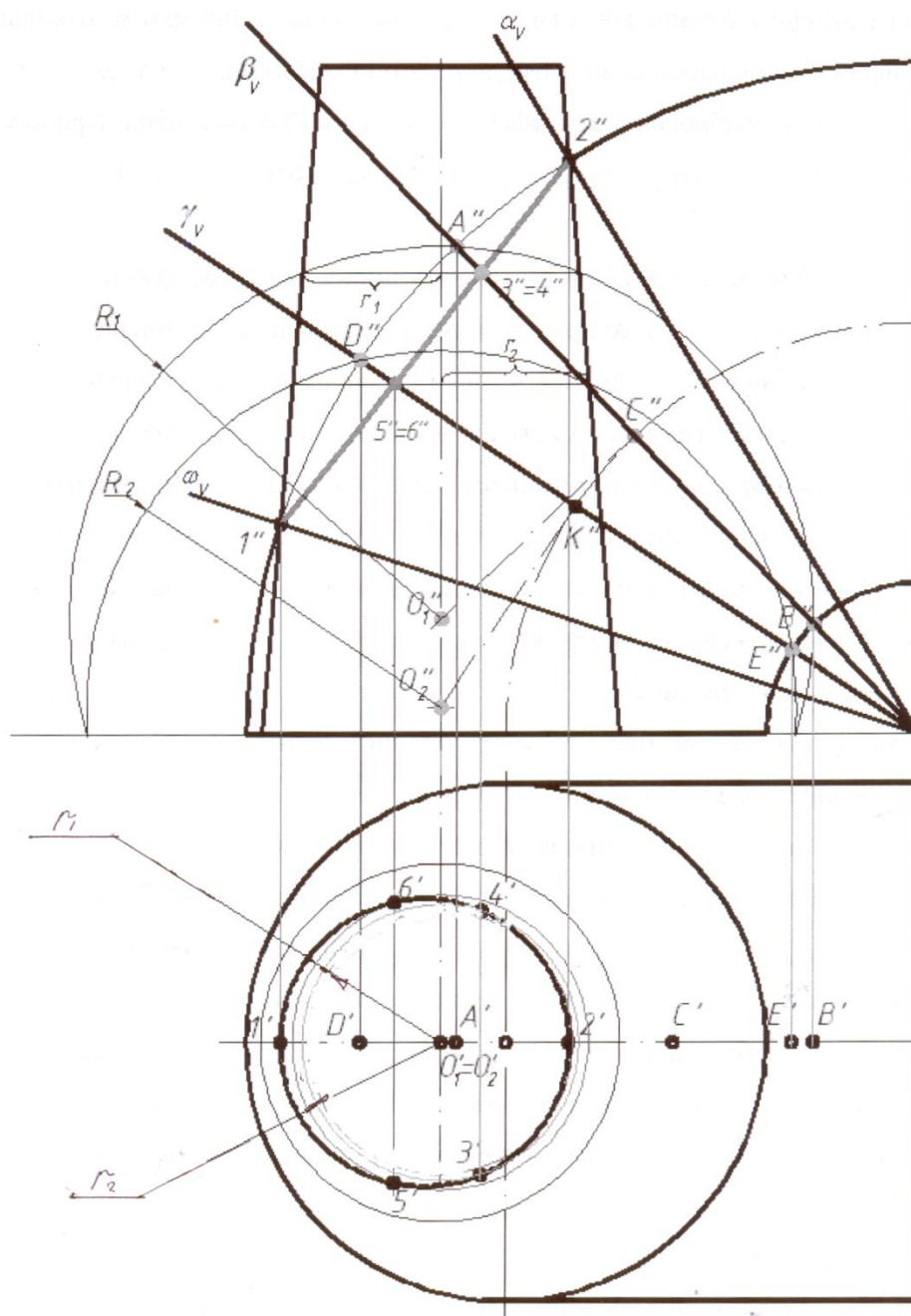


Рис. 4. Определение линии пересечения с помощью способа эксцентрических сфер

## ПЕРЕСЕЧЕНИЕ КРИВОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОВЕРХНОСТЬЮ МНОГОГРАННИКА

Решение задачи на определение пересечения кривой поверхности с гранной поверхностью в общем случае сводится к определению точек пересечения прямой с кривой поверхностью и линии пересечения плоскости с кривой поверхностью. Основным методом решения таких задач является метод вспомогательных секущих плоскостей. Методика реализации этого метода приведена в разделе «Основные понятия и определения». На рис. 5 показано построение проекций линии пересечения конуса вращения с поверхностью призмы. В результате сечения поверхности конуса призмой образуется ломаная кривая линия. Призматическая поверхность образована четырьмя фронтально-проецирующими плоскостями, фронтальные следы которых обозначены на чертеже  $P_V$ ,  $T_V$ ,  $S_V$  и  $Q_V$ . Вполне очевидно, что фронтальная проекция линии пересечения заданных плоскостей представляет собой прямоугольник, поскольку плоскости  $P_V$ ,  $T_V$ ,  $S_V$  и  $Q_V$  занимают фронтально-проецирующее положение. Построим горизонтальную проекцию линии пересечения. Для этого зададим вспомогательную секущую плоскость  $\alpha$ , которая проходит через ребро призматической поверхности. Заданная плоскость пересечет поверхность конуса по окружности радиуса  $R_1$ . На этой окружности лежат точки 1, 11, 5 и 15. Для построения горизонтальных проекций этих точек, построим окружность радиуса  $R_1$  с центром  $S'$ . Для определения  $1'$ ,  $11'$ ,  $5'$  и  $15'$  проведем вертикальные линии проекционной связи до пересечения с соответствующей окружностью радиуса  $R_1$ . Для построения проекций остальных точек зададим множество горизонтальных плоскостей, параллельных плоскости  $\alpha$ . Последовательно соединив одноименные проекции определенных точек, получим проекции искомой линии пересечения.

Обратим внимание на то обстоятельство, что данная задача может быть решена также с помощью секущих плоскостей, проходящих через вершину конуса. В этом случае коническая поверхность будет пересекаться по прямым, проходящим через вершину конуса.

Общий алгоритм решения подобных задач такой же, как при решении задачи на построение линии пересечения поверхностей вращения.

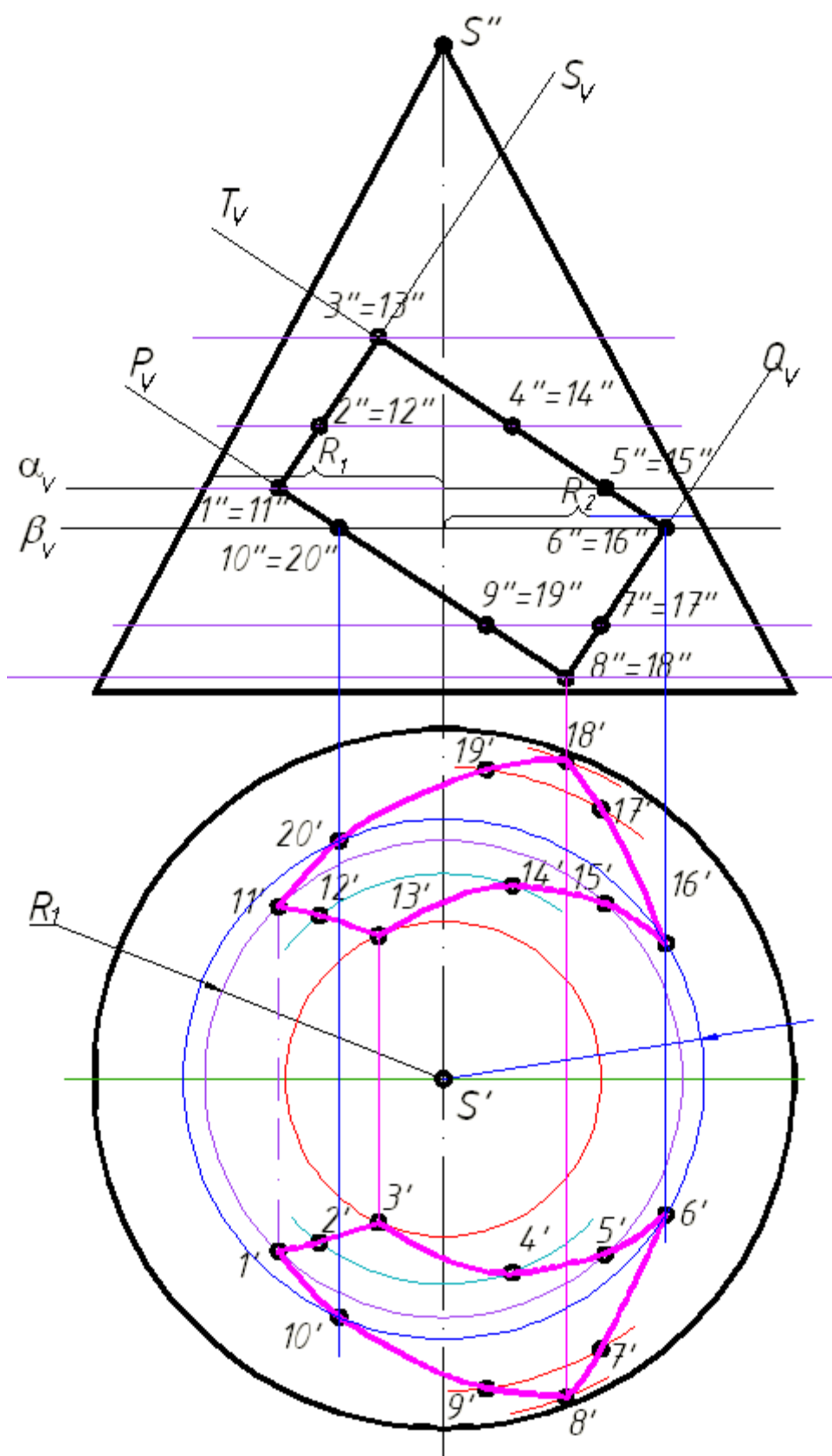


Рис. 5. Построение линии пересечения кривой и гранной поверхности

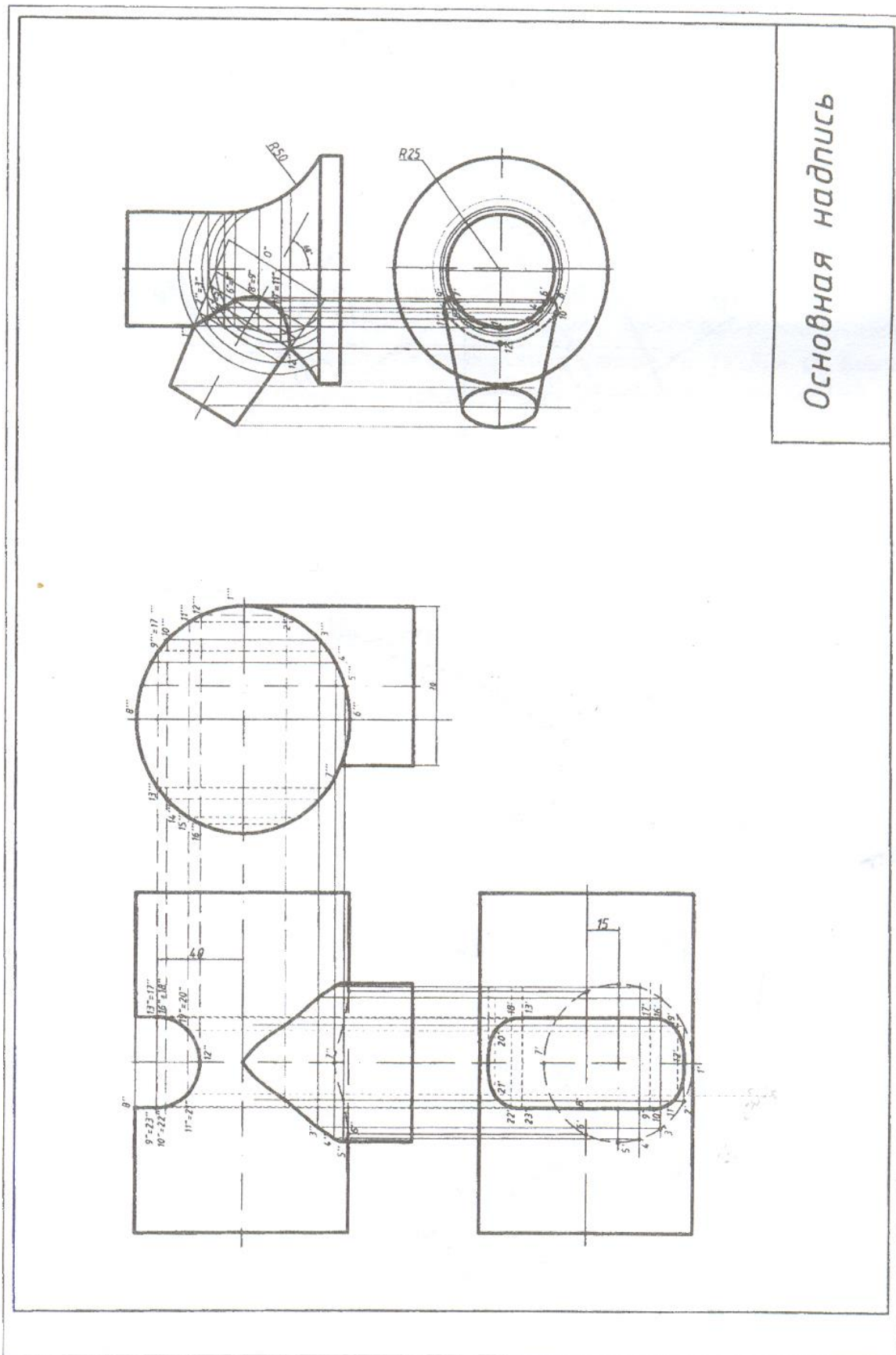


Рис. 6. Пример выполнения задания

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

*Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А.* Курс начертательной геометрии: учебное пособие для втузов – М.: Наука, 2007. –271 с.

*Фролов С. А.* Начертательная геометрия: учебник. – 3 изд. перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2008. -281 с.



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «Уральский государственный  
горный университет»**

**В. Н. Бабич, А. П. Фролов, Н. Б. Сиразутдинова**

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ,  
ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА  
ЭШЮР № 2**

**Методические указания  
по выполнению индивидуальной графической работы  
«Эшюр № 2» по дисциплине «Начертательная геометрия,  
инженерная и компьютерная графика»  
для студентов всех направлений**

**ЕКАТЕРИНБУРГ  
2020**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ .....	6
2. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ .....	6
3. ПОСТРОЕНИЕ ИСХОДНОГО ЧЕРТЕЖА .....	6
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭПЮРА №2 .....	8
4. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ СЕЧЕНИЯ ПИРАМИДЫ ПЛОСКОСТЬЮ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ СЕЧЕНИЯ.....	12
5. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТИ ПИРАМИДЫ .....	14
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	16

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для оказания помощи студентам при выполнении самостоятельной графической работы «Эпюр № 2» по дисциплине «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика».

Работа содержит 50 вариантов индивидуальных заданий, а также методические указания по решению эпюра.

При выполнении данного эпюра студент закрепляет знания, полученные на лекциях и практических занятиях по теме «Преобразование проекций». В частности, основной задачей эпюра является определение сечения поверхности многогранника плоскостью общего положения. Эта задача решается с помощью способа замены плоскостей проекций.

Кроме того, при решении эпюра применяется способ плоскопараллельного перемещения. Этим способом определяется натуральная величина сечения. Важным элементом эпюра является задача на построение развертки поверхности многогранника. В данной разработке рекомендовано решать эту задачу путем определения натуральных величин ребер многогранника методом прямоугольного треугольника, однако, в зависимости от конкретных исходных данных возможно применение других методов.

## 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Работа выполняется в масштабе 1:1 на формате  $A2$  в карандаше. В случае необходимости, развертку поверхности многогранника допускается выполнять в масштабе 1:2, сопровождая ее соответствующей надписью. Проекция сечения поверхности многогранника плоскостью на всех проекциях заштриховать (направление штриховки и шаг штриховки одинаковый).

Оформление работы выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД; основная надпись по форме 1.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Дана пирамида  $SABCD$ . Основание пирамиды  $ABCD$  представляет собой ромб, сторона которого равна  $a$ ; диагональ ромба параллельная плоскость  $V$  равна  $d$ ; диагонали ромба пересекаются в точке  $O$ . Основание пирамиды принадлежит фронтально-проецирующей плоскости, которая наклонена к плоскости  $H$  под углом  $\varphi$ ;  $P_x$  – точка схода следов плоскости  $P$  определяется координатой  $X_p$ . Исходные данные по заданию приведены в таблице.

Необходимо построить три проекции сечения поверхности пирамиды плоскостью  $\alpha$ ; определить натуральную величину сечения; построить развертку поверхности пирамиды с нанесением линии сечения.

Секущая плоскость  $\alpha$  задается точками  $O, M, N$ . Координаты точки  $O$  даны в таблице с исходными данными, координаты точки  $M$  (170, 100, 100) и точки  $N$  (190, 50, 50).

## 3. ПОСТРОЕНИЕ ИСХОДНОГО ЧЕРТЕЖА

Для построения исходного чертежа (рис. 3.1) необходимо выбрать начало координат. Для того чтобы изображения располагались равномерно, рекомендуется выбрать начало координат  $O$  в центре листа. Зная координату  $X_p$  и угол

$\varphi$ , строим следы плоскости  $P$ . Поскольку точка  $O$  принадлежит плоскости  $P$ , ее фронтальная проекция должна лежать на  $P_V$ , на удалении, равном  $Z_0$  от оси  $X$ . Горизонтальную проекцию точки  $O$  построим, проводя вертикальную линию связи и отложив по ней  $Y_0$ .

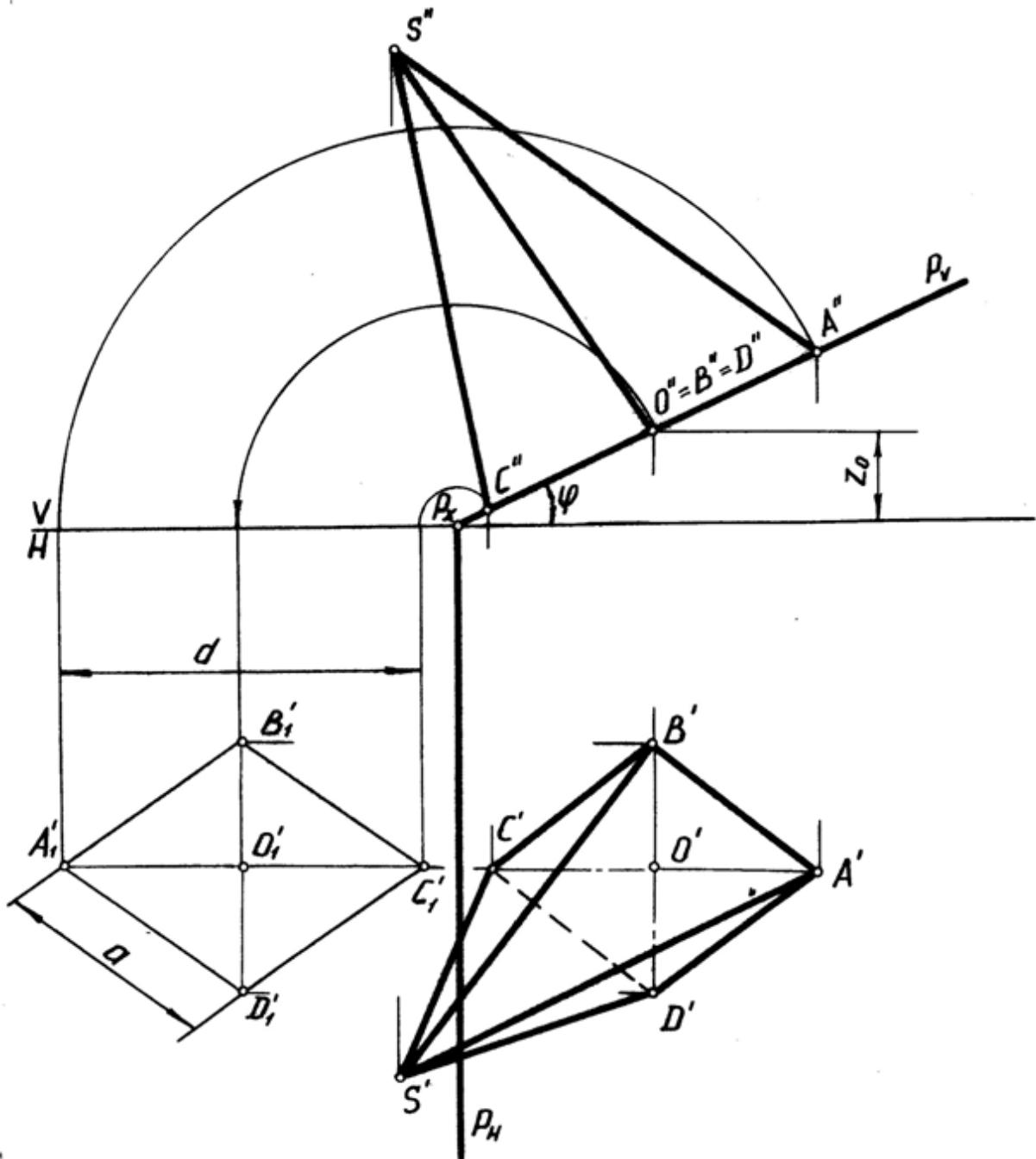


Рис. 3.1. Исходный чертеж

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭПЮРА №2

Таблица

Номер вар.	$x_p$	$\varphi^\circ$	$y_0$	$z_0$	$a$	$d$	$x_s$	$y_s$	$z_s$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	150	30	40	25	50	80	155	150	120
2	150	30	45	25	50	80	155	150	120
3	150	30	50	25	50	80	155	150	120
4	150	30	55	25	50	80	155	130	120
5	150	30	60	25	50	80	155	150	120
6	150	30	65	25	50	80	155	150	120
7	150	30	70	25	50	80	155	150	120
8	150	30	75	25	50	80	155	140	120
9	150	30	80	25	50	80	155	150	120
10	150	30	85	25	50	80	155	150	120
11	150	30	90	25	50	80	155	150	120
12	150	30	95	25	50	80	155	150	120
13	150	30	100	25	50	80	155	150	120
14	160	30	100	25	50	80	155	150	120
15	160	30	95	25	50	80	155	150	120
16	160	30	90	25	50	80	155	150	120
17	160	30	85	25	50	80	155	150	120
18	160	30	80	25	50	80	155	150	120
19	160	30	75	25	50	80	155	150	120
20	160	30	70	25	50	80	155	150	120
21	160	30	65	25	50	80	155	150	120
22	160	30	60	25	50	80	155	150	120
23	160	30	55	25	50	80	155	150	120

## Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	160	30	50	25	50	80	155	150	120
25	160	30	45	25	50	80	155	150	120
26	160	30	40	30	50	80	155	150	120
27	150	30	40	30	50	90	145	150	120
28	150	30	45	30	50	90	145	150	120
29	150	30	50	30	50	90	145	150	120
30	150	30	55	30	50	90	145	150	120
31	150	30	60	30	50	90	145	150	120
32	150	30	65	30	50	90	145	150	120
33	150	30	70	30	50	90	145	150	120
34	150	30	75	30	50	90	145	150	120
35	150	30	80	30	50	90	145	150	120
36	150	30	85	30	50	90	145	150	120
37	150	30	90	30	50	90	145	150	120
38	150	30	95	30	50	90	145	150	120
39	150	30	100	30	50	90	145	150	120
40	160	30	100	30	50	90	145	150	120
41	160	30	95	30	50	90	145	150	120
42	160	30	90	30	50	90	145	150	120
43	160	30	85	30	50	90	145	150	120
44	160	30	80	30	50	90	145	150	120
45	160	30	75	30	50	90	145	150	120
46	160	30	70	30	50	90	145	150	120
47	160	30	65	30	50	90	145	150	120
48	160	30	60	30	50	90	145	150	120
49	160	30	55	30	50	90	145	150	120
50	160	30	50	30	50	90	145	150	120

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
51	150	30	40	25	50	50	80	150	120
52	150	30	45	25	50	50	80	150	120
53	150	30	50	25	50	50	80	150	120
54	150	30	55	25	50	50	80	130	120
55	150	30	60	25	50	50	80	150	120
56	150	30	65	25	50	50	80	150	120
57	150	30	70	25	50	50	80	150	120
58	150	30	75	25	50	50	80	140	120
59	150	30	80	25	50	50	80	150	120
60	150	30	85	25	50	50	80	150	120
61	150	30	90	25	50	50	80	150	120
62	150	30	95	25	50	50	80	150	120
63	150	30	100	25	50	50	80	150	120
64	160	30	100	25	50	50	80	150	120
65	160	30	95	25	50	50	80	150	120
66	160	30	90	25	50	50	80	150	120
67	160	30	85	25	50	50	80	150	120
68	160	30	80	25	50	50	80	150	120
69	160	30	75	25	50	50	80	150	120
70	160	30	70	25	50	50	80	150	120
71	160	30	65	25	50	50	80	150	120
72	160	30	60	25	50	50	80	150	120
73	160	30	55	25	50	50	80	150	120



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
74	160	30	50	25	50	80	155	150	120
75	160	30	45	25	50	80	155	150	120
76	160	30	40	30	50	80	155	150	120
77	150	30	40	30	50	90	145	150	120
78	150	30	45	30	50	90	145	150	120
79	150	30	50	30	50	90	145	150	120
80	150	30	55	30	50	90	145	150	120
81	150	30	60	30	50	90	145	150	120
82	150	30	65	30	50	90	145	150	120
83	150	30	70	30	50	90	145	150	120
84	150	30	75	30	50	90	145	150	120
85	150	30	80	30	50	90	145	150	120
86	150	30	85	30	50	90	145	150	120
87	150	30	90	30	50	90	145	150	120
88	150	30	95	30	50	90	145	150	120
89	150	30	100	30	50	90	145	150	120
90	160	30	100	30	50	90	145	150	120
91	160	30	95	30	50	90	145	150	120
92	160	30	90	30	50	90	145	150	120
93	160	30	85	30	50	90	145	150	120
94	160	30	80	30	50	90	145	150	120
995	160	30	75	30	50	90	145	150	120
96	160	30	70	30	50	90	145	150	120
97	160	30	65	30	50	90	145	150	120
98	160	30	60	30	50	90	145	150	120
99	160	30	55	30	50	90	145	150	120
100	160	30	50	30	50	90	145	150	120

Для построения проекций основания пирамиды воспользуемся способом совмещения (см. рис. 3.1). Поскольку плоскость  $P$  занимает фронтально-проецирующее положение, то при ее совмещении с плоскостью  $H$  фронтальный след  $P_V$  совместится с осью  $X$ , и поэтому  $O_1''$  (новая фронтальная проекция точки  $O$ ) будет лежать на оси  $X$ .  $O_1'$  - новая горизонтальная проекция точки  $O$  построена в пересечении вертикальной линии связи траектории перемещения  $O'$ , которая перпендикулярна  $P_H$ . Таким образом, плоскость  $P$  совмещена с плоскостью  $H$ , и, следовательно, новая горизонтальная проекция основания пирамиды будет равна его натуральной величине. Зная величину стороны  $a$  и одной диагонали основания  $d$ , строим его новую горизонтальную проекцию  $A_1'B_1'C_1'D_1'$ . Выполнив обратные преобразования, т. е. повернув плоскость  $P$  в исходное положение, построим фронтальную и горизонтальную проекции основания  $ABCD$ . Проекции вершины пирамиды  $S$  строим по известным координатам (таблица). Таким образом, построен исходный чертеж задания.

#### 4. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ СЕЧЕНИЯ ПИРАМИДЫ ПЛОСКОСТЬЮ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ СЕЧЕНИЯ

Секущая плоскость  $\alpha$  на рис. 4.1 задана прямой  $\ell$  и точкой  $K$ .

Для определения сечения, в данном случае, удобно воспользоваться заменой плоскостей проекций. Замена должна производиться таким образом, чтобы плоскость  $\alpha$  стала проецирующей по отношению к новой плоскости проекций  $V_1$ . Для этого необходимо задать горизонталь плоскости  $\alpha$ . В данном случае горизонталь представляет собой отрезок  $KM$ . Фронтальная проекция  $K''M''$  горизонтали параллельна оси  $X$ . Горизонтальная проекция  $K'M'$  строится с помощью линий связи.

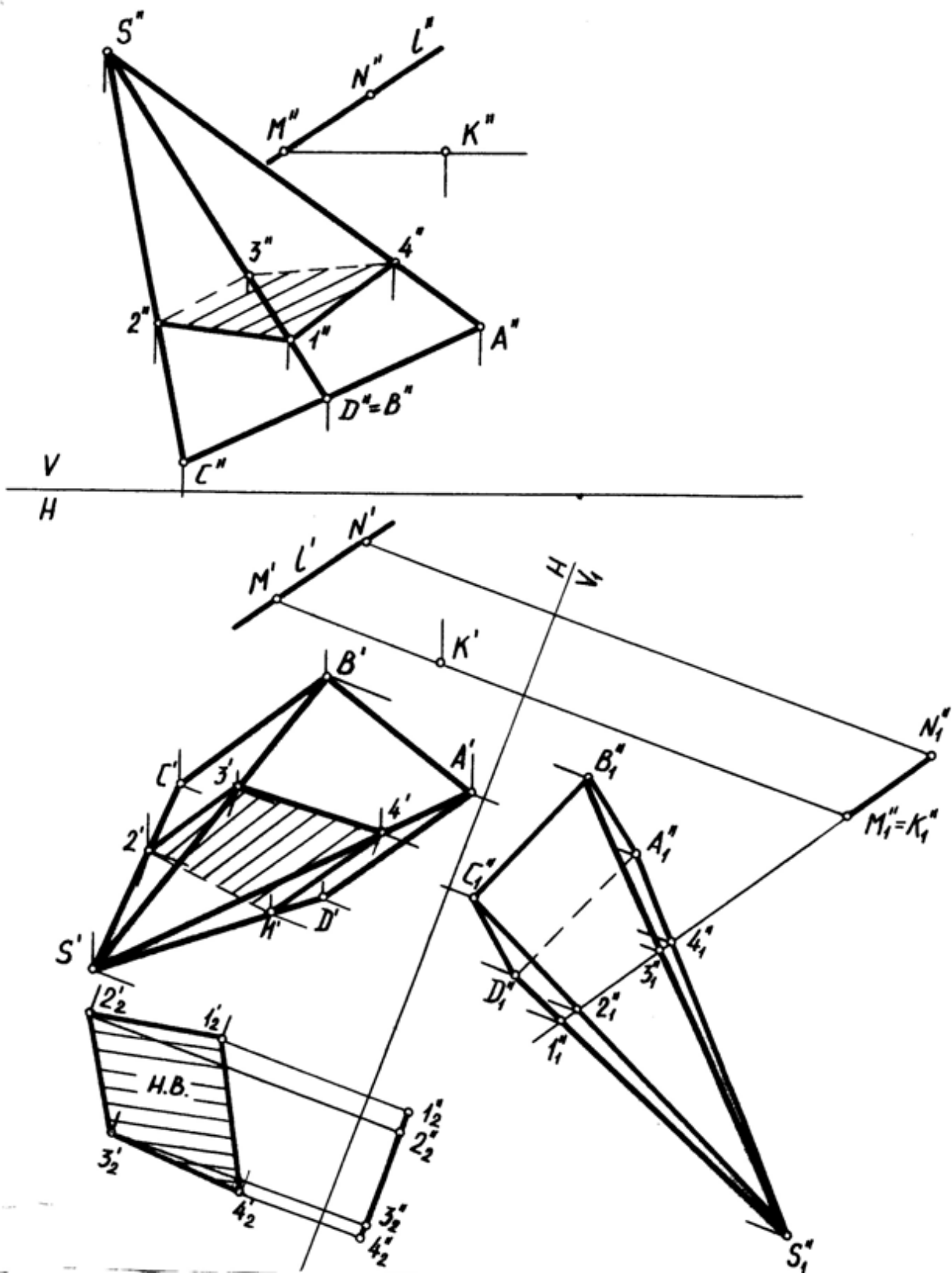


Рис. 4.1. Построение проекций сечения пирамиды плоскостью

Новую ось выбираем перпендикулярно  $K'M'$ . Проведя линии связи и отложив на них координаты  $Z$  точек  $K$  и  $M$ , получим новую проекцию горизонтали на плоскость  $V_1$ , которая представляет собой точку  $M_1''=K_1''$ . Для построения новой проекции плоскости  $\alpha$  зададим произвольно точку  $N$ , принадлежащую плоскости  $\alpha$ . Отложив координату  $Z$  на соответствующей линии связи, получим  $N_1''$ . Соединив  $N_1''$  и  $M_1''=K_1''$ , получим новую проекцию плоскости  $\alpha$ , которая является также новым следом плоскости и обозначается  $\alpha_{v1}$ .

Для построения проекции пирамиды на плоскость  $V_1$  проведем линии связи из горизонтальных проекций ее вершин перпендикулярно оси  $\alpha_1$  и отложим координаты  $Z$  вершин пирамиды, на них определяем  $A_1''$ ,  $B_1''$ ,  $C_1''$ ,  $D_1''$  и  $S_1''$ . Новая проекция  $\alpha_{v1}$ , пересекая проекции ребер пирамиды, даст проекции точек сечения  $1_1''$ ,  $2_1''$ ,  $3_1''$  и  $4_1''$ . Горизонтальные и фронтальные проекции этих точек построим с помощью линий связи.

Для определения натуральной величины сечения пирамиды плоскостью  $\alpha$  выполним еще одно преобразование чертежа. В данном случае применим метод плоскопараллельного перемещения: проекцию сечения  $1_1''2_1''3_1''4_1''$  перемещаем таким образом, чтобы она стала параллельной оси  $X_1$ ; получена новая проекция  $1_2''2_2''3_2''4_2''$ ; проведя линии связи из точек этой проекции и траектории перемещения горизонтальных проекций точек сечения, получим проекцию  $1_2'2_2'3_2'4_2'$ , которая равна натуральной величине сечения пирамиды плоскостью  $\alpha$ .

## 5. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТИ ПИРАМИДЫ

Для построения развертки поверхности пирамиды необходимо определить натуральные величины всех ребер пирамиды. Натуральные величины ребер основания пирамиды известны и равны величине  $a$  (см. рис. 3.1). Для определения натуральных величин остальных ребер применим способ прямоугольного треугольника (см. рис. 5.1). Определим натуральную величину ребра  $SA$ . Для этого построим прямоугольный треугольник, одним катетом которого яв-

ляется  $S''A''$ , а вторым катетом - разность координат  $Y$  точек  $A$  и  $S$  ( $\Delta Y$ ). Гипотенуза полученного треугольника равна н. в. ребра  $AS$ . Определив н. в. ребра  $BS$  аналогично и зная, что  $|AD|=a$ , строим натуральную величину грани развертки пирамиды  $S_0A_0D_0$ . Натуральные величины остальных боковых ребер определим также с помощью способа прямоугольного треугольника. К первой грани развертки  $S_0A_0D_0$  последовательно пристраиваем остальные боковые грани и основание. Для построения линии сечения на развертке необходимо определить натуральные величины отрезков боковых ребер  $A4$ ,  $B3$ ,  $C2$ ,  $D1$ . Эти величины удобно в данном случае определить, основываясь на теореме о пропорциональном делении отрезка. Действительно,

$$\frac{S''A''}{4''A''} = \frac{S''A_1''}{4_1''A_1''}, \quad 4_1''A'' = |A4|.$$

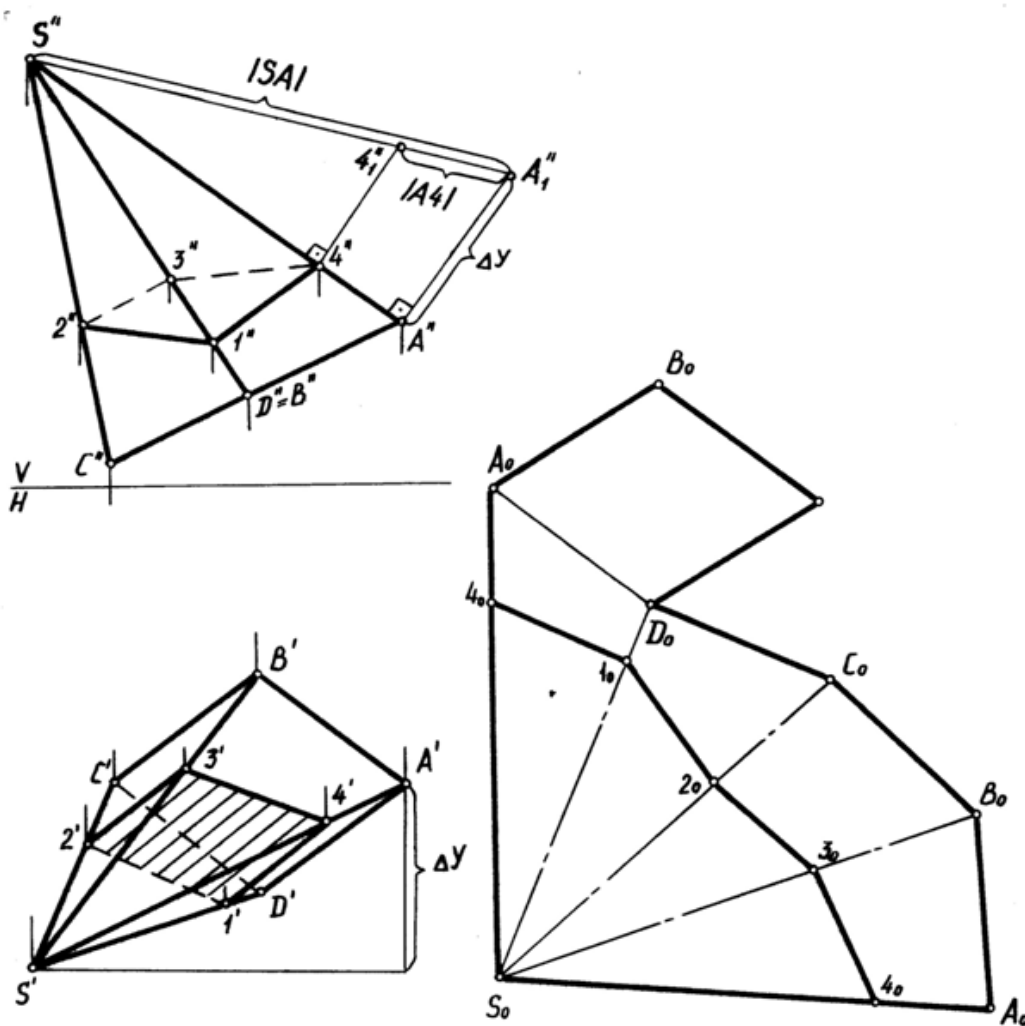


Рис. 5.1. Построение развертки поверхности пирамиды

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

*Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А.* Курс начертательной геометрии: учебное пособие для втузов – М.: Наука, 2007. 271 с.

*Фролов С. А.* Начертательная геометрия: учебник. С. А. Фролов. – 3 изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА – М, 2008. 281с.

Дополнительная литература:

*Дровосеков А. И.* Методические указания по выполнению домашней графической работы «Эпюр № 2» для студентов горных и горно-механических специальностей. – Свердловск: Издание СГИ, 1985. 39 с.



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «Уральский  
государственный горный  
университет»**

**В. Н. Бабич, Е. И. Шангина**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ  
ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ «БЛОК-ДИАГРАММА»  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ.  
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ 553200 –  
«ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»**

**ЕКАТЕРИНБУРГ**

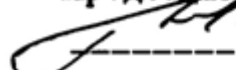
**2022**

**ОДОБРЕНО**

**Методической комиссией  
инженерно-экономического  
факультета**

**“ 8 ” *сентября* 2003 г.**

**Председатель комиссии**

 **проф. Г.С.Карпов**

Методическое пособие  
по выполнению индивидуальной  
графической работы «Блок-диаграмма» по дисциплине  
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»  
для студентов направления 553200 –  
«Геология и разведка полезных ископаемых»

2-е издание, стереотипное



Методическое пособие по выполнению индивидуальной графической работы «Блок-диаграмма» по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика» для студентов направления 553200 – «Геология и разведка полезных ископаемых». /В. Н. Бабич, Е. И. Шангина. - 2-е изд. стереотипное. - Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. – 15 с.

В работе рассмотрены теоретические вопросы по курсу «Проекция с числовыми отметками». Предложена методика решения задач по темам «Топографические поверхности», «Нахождение общих элементов плоскости и топографической поверхности», «Сечение топографической поверхности плоскостью», «Аксонметрические проекции».

Методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры инженерной графики 26.09.2001 года (протокол №6) и рекомендовано для издания в УГГГА.

Рецензент – Ю. И. Самохвалов, доцент УГГГА

© Шангина Е. И., 2001

© Шангина Е. И., 2003

© Уральская государственная  
горно-геологическая  
академия, 2001

© Уральская государственная  
горно-геологическая  
академия, 2003

## ВВЕДЕНИЕ

Эпюр выполняется на формате А1 (594× 841) в масштабе 1:1000 и включает в себя решение следующих задач:

- построение линии выхода пласта на поверхность;
- построение прямого разреза (вкрест простирания);
- построение вертикальных профилей АВ, ВС, СД, ДА, определяемых сторонами заданного плана;
- построение линии среза пласта по горизонту 92,5;
- построение блок-диаграммы (ячеечной), ограниченного вертикальными профилями АВ, ВС, CD, DA и плоскостью нулевого уровня в аксонометрии с линией выхода пласта на поверхность.

Исходные параметры всех вариантов сведены в таблицу №1 и задаются следующим образом:

1. Месторождение ограничено двумя параллельными плоскостями - плоскостью кровли пласта (верхняя плоскость) и плоскостью подошвы (нижняя плоскость). Плоскость кровли пласта задаётся точкой  $F(x,y,z)$ , азимутом падения  $\alpha$ , интервалом  $I$  (масштабом падения плоскости), параметры которых представлены в табл. 1.

2. Горизонтальная мощность  $H_r$  пласта нужна для построения плоскости, называемой подошвой, которая также задана в табл. 1.

3. Построение блок-диаграммы осуществляется в стандартной аксонометрической проекции, указанной ее номером. В конце таблицы для каждой стандартной аксонометрической проекции этот номер присвоен. Пример выполнения графической работы представлен на рис. 7.

## Построение линии выхода пласта на поверхность

Для нахождения линии пересечения плоскости с топографической поверхностью необходимо найти ряд общих точек, которые одновременно принадлежат плоскости и заданной поверхности. На плане топографическая поверхность задается изогипсами - плоскими линиями, параллельными горизонтальной плоскости проекций, каждая из которых имеет свою высотную отметку. Надо построить горизонтали плоскости кровли, имеющие такие же высотные отметки, что и изогипсы на плане.

Плоскость кровли задана точкой  $F$ , азимутом падения  $\alpha$  и интервалом  $I$  (см. табл.1). Построив плоскость кровли на плане (задав ее масштабом заложения), находим линию пересечения плоскости кровли с топографической поверхностью. Точки, принадлежащие линии пересечения, получают в ре –

зультате пересечения соответствующих изогипс и горизонталей плоскости кровли, т. е. имеющих одинаковые высотные отметки, если таковые имеются в пределах плана (рис. 1).

Найденные общие точки соединяют плавной кривой, которая будет являться линией пересечения плоскости и топографической поверхности.

Полученная линия кровли пласта обводится красным цветом.

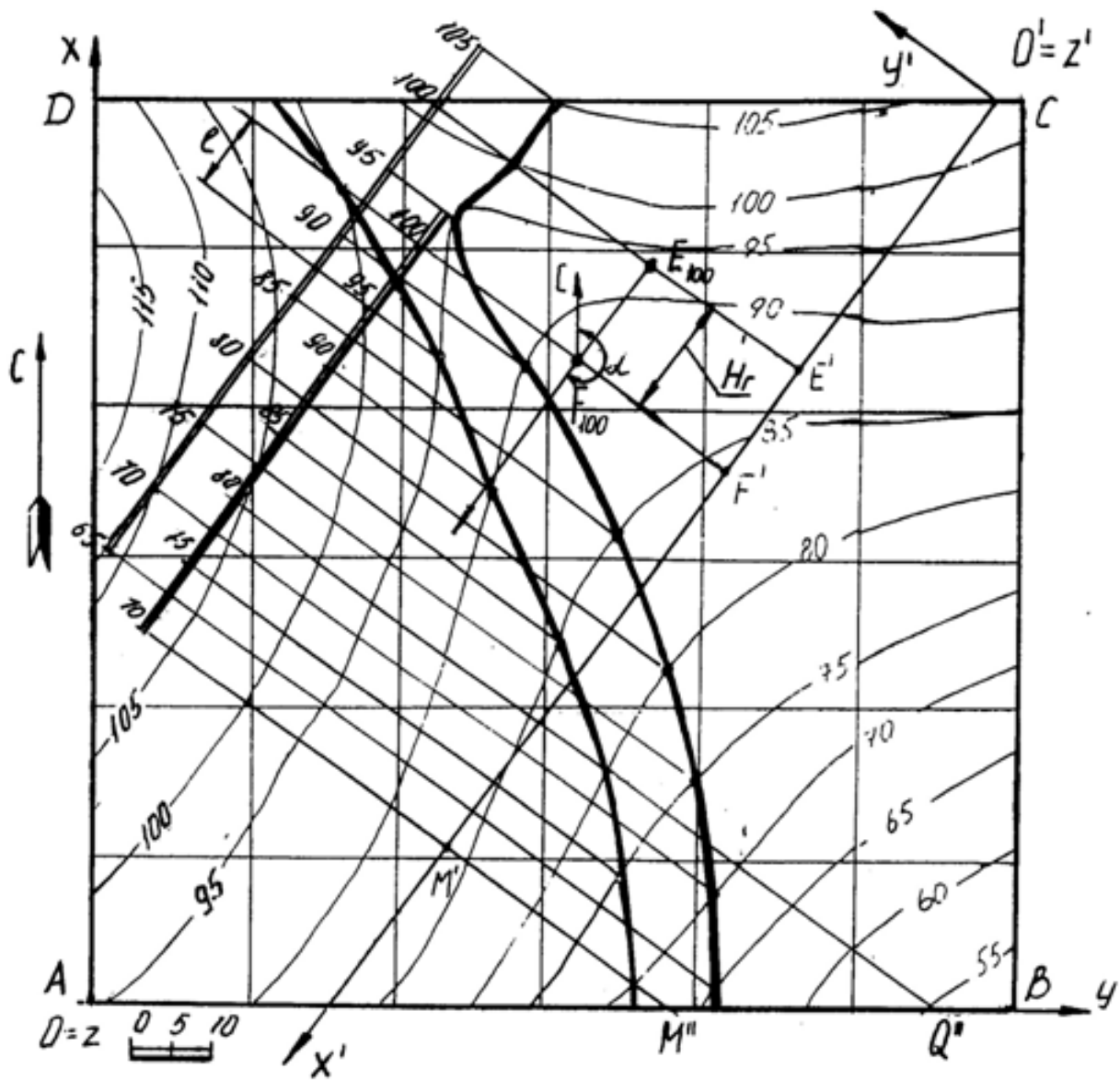


Рис 1

## Пересечение плоскости подошвы пласта и топографической поверхности

Плоскость кровли пласта и плоскость подошвы пласта - две параллельные плоскости. Следовательно, на чертеже горизонтали этих плоскостей будут соответственно параллельны, масштабы заложения равны, направления падения их совпадают.

Горизонтальная мощность пласта определяется расстоянием между плоскостями кровли и подошвы пласта, измеряемое в горизонтальном направлении и в нашем случае равно  $H_r$  (см. табл.1). Следовательно, отложив от точки **F** расстояние, равное  $H_r$  по направлению восстания плоскости пласта (т. к. плоскость подошвы ниже плоскости кровли), получим точку **E** с такой же высотной отметкой, как и у точки **F** (рис.1). Направление и масштаб заложения подошвы пласта будут такими же, как и у кровли пласта. Плоскость подошвы пласта определяется точкой **E**, азимутом падения  $\alpha$  и интервалом  $I$ .

Строят те горизонтали подошвы пласта, высотные отметки которых совпадают с высотными отметками изогипс. Находят общие точки, которые соединяют плавной кривой линией. Полученная линия подошвы пласта обводится синим цветом.

Полное построение линии выхода пласта на поверхность показано на рис.1.

### Построение прямого разреза (вкрест простирания)

На плане выбирают вертикальную плоскость, перпендикулярную к горизонталям пласта (в удобном месте, как показано на рис. 1). Полученный разрез называется прямым или вкрест простирания.

Разрез ограничивается нулевой плоскостью, топографической поверхностью и прямыми пересечения плоскости прямого разреза с ближайшими вертикальными плоскостями, ограниченными прямоугольником ABCD.

Для построения прямого разреза вводят декартову систему координат  $x'O'y'$  на плане, где ось  $O'x'$  совпадает с плоскостью разреза, ось  $O'y'$  перпендикулярна к оси  $O'x'$  (по часовой стрелке), ось  $z'$  проецируется в точку (рис. 1).

Вертикальный прямой разрез будет определяться осью  $O'x'$  и осью  $O'z'$ , где координата  $z'$  будет равна числовой отметке соответствующей изогипсы (рис. 2). Таким образом, получают построение вертикального прямого (вкрест простирания) разреза, на котором строят следы пласта.

Для построения следов пласта на разрезе вкрест простирания поступают так. По горизонтали переносят точку **F** на след плоскости вертикального

разреза – ось  $O'x'$  и любую из горизонталей (например, 70) – точки  $F'$  и  $M'$  (рис. 1). На профиле (рис. 2) через полученные точки  $F'$  и  $M'$  проводят перпендикуляры, на которых откладывают высотные отметки кровли пласта. Затем проводят прямую линию – след кровли пласта.

Подошва пласта отстоит от кровли пласта на расстоянии, равном горизонтальной мощности пласта и строится параллельно плоскости кровли (рис. 2 – профиль ограничен нижней плоскостью с отметкой 40).

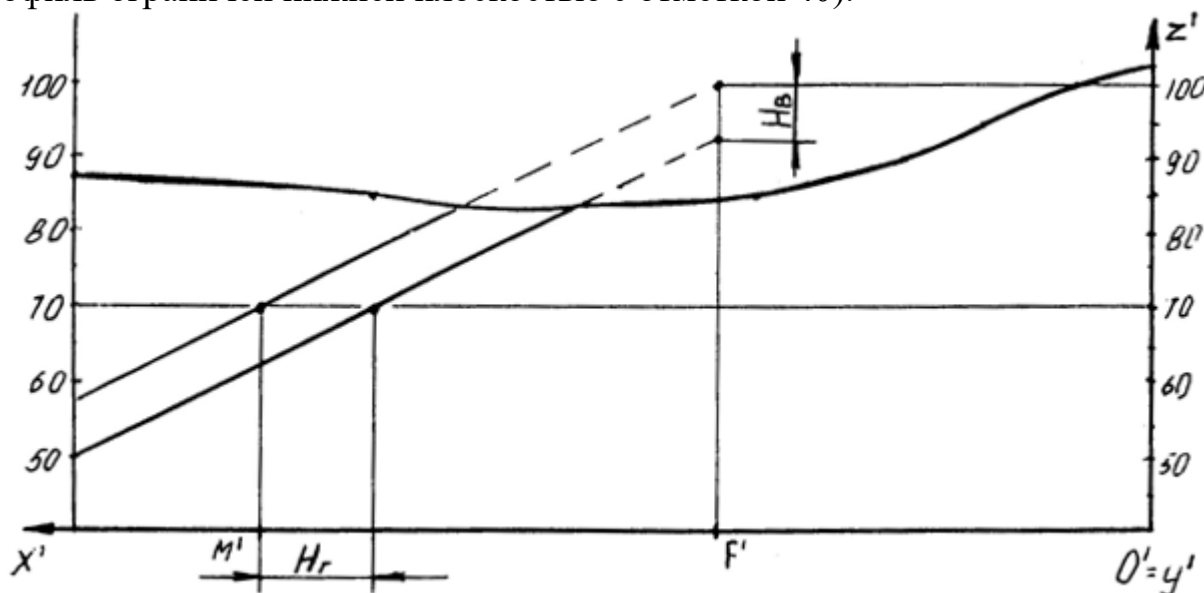


Рис. 2

Построение вертикальных профилей  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ,  $DA$  выполняется аналогично. Пример построения вертикального профиля  $AB$  показан на рис. 3. Для построения подошвы от прямой следа плоскости кровли пласта откладывают вертикальную мощность  $H_B$ , взятую с разреза вкрест простирания и проводят прямую, параллельную следу плоскости кровли.

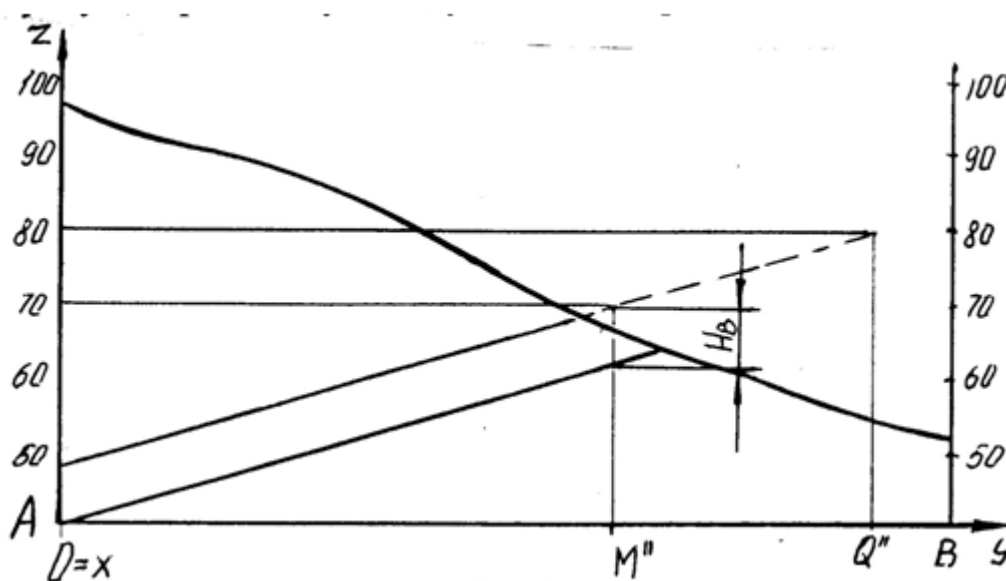


Рис. 3

## Нахождение высотной отметки точки, не лежащей на изогипсе

Для построения высотной отметки точки  $a$  (рис. 4), не лежащей на изогипсе, поступают следующим образом:

- через точку  $A$  проводят кратчайшую прямую  $I II$  между изогипсами 50 и 60;

- из точки пересечения с изогипсой 60 проводят прямую под произвольным углом, на которой откладывают отрезок, равный разности высотных отметок (т. е. 10) в заданном масштабе – точка  $II'$ ;

- соединяют полученную точку  $II'$  с точкой  $II$ , имеющей отметку 50 и с помощью подобных треугольников переносят точку  $A$  на прямую  $I II'$ , которую называют «высотной шкалой».

Таким образом точка  $A$  имеет высотную отметку 57.

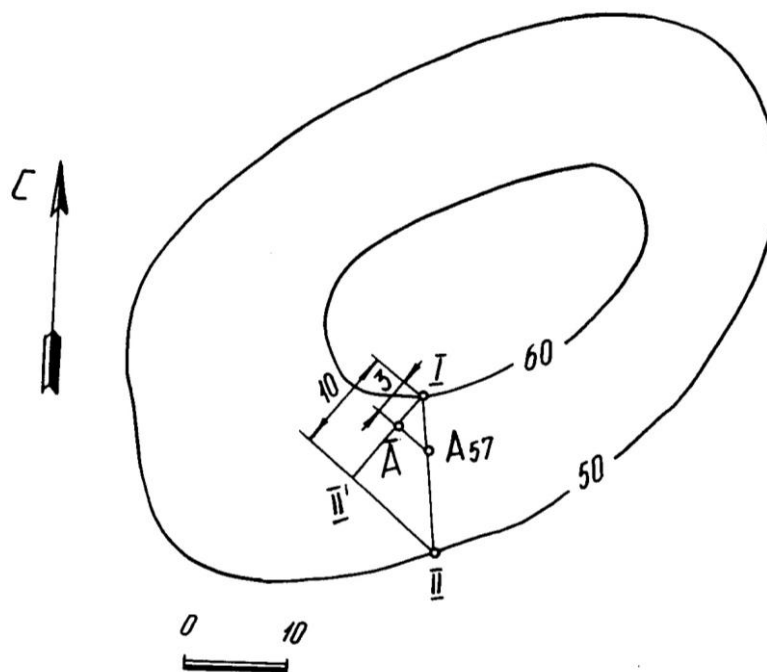
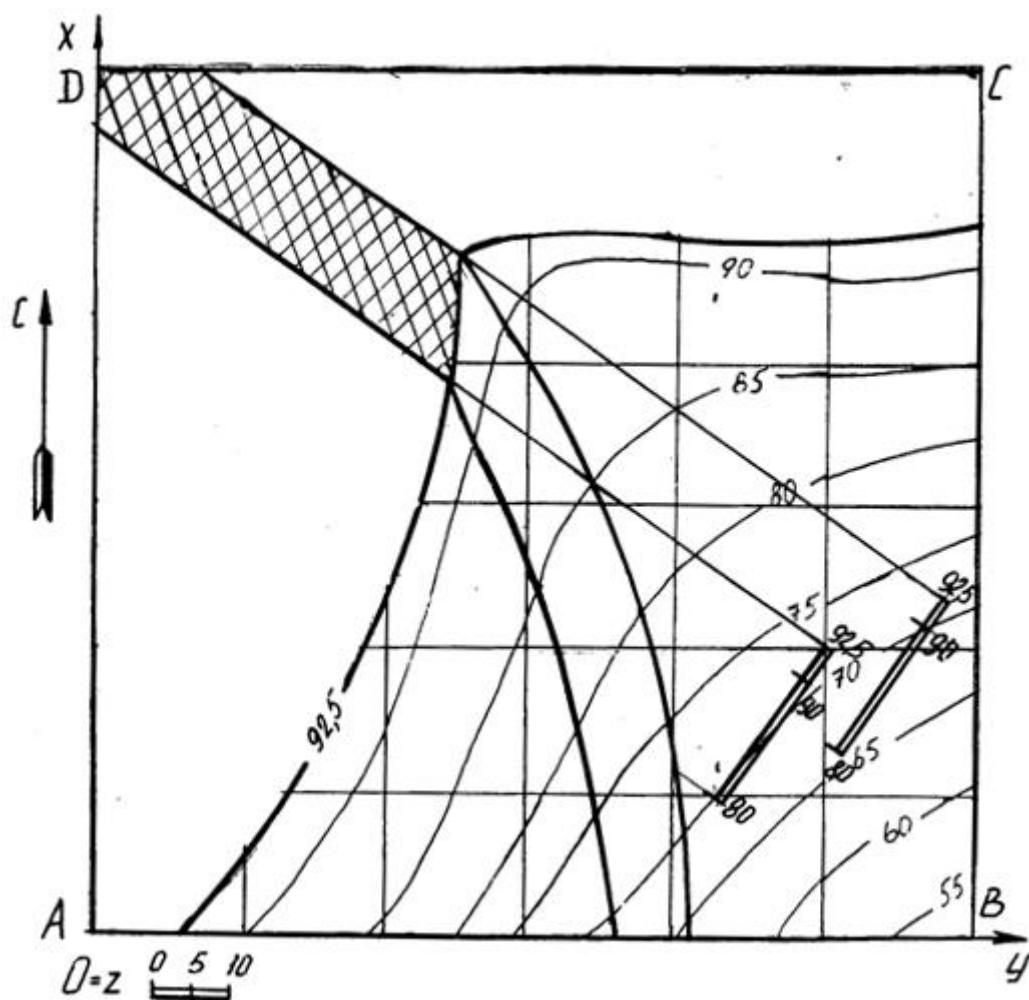


Рис. 4

## Построение плана среза по горизонту 92,5

Для построения плана среза воспользуемся умением находить высотные отметки точек, не лежащих на изогипсах, который был рассмотрен ранее.

Количество точек, необходимых для построения изогипсы 92,5, определяется самостоятельно в зависимости от конфигурации рядом лежащих изогипс. План среза по горизонту 92,5 показан на рис. 5.



**Построение блок диаграммы части месторождения, ограниченного вертикальными профилями АВ, ВС, CD, DA и плоскостью нулевого уровня в аксонометрии с линией выхода пласта на поверхность**

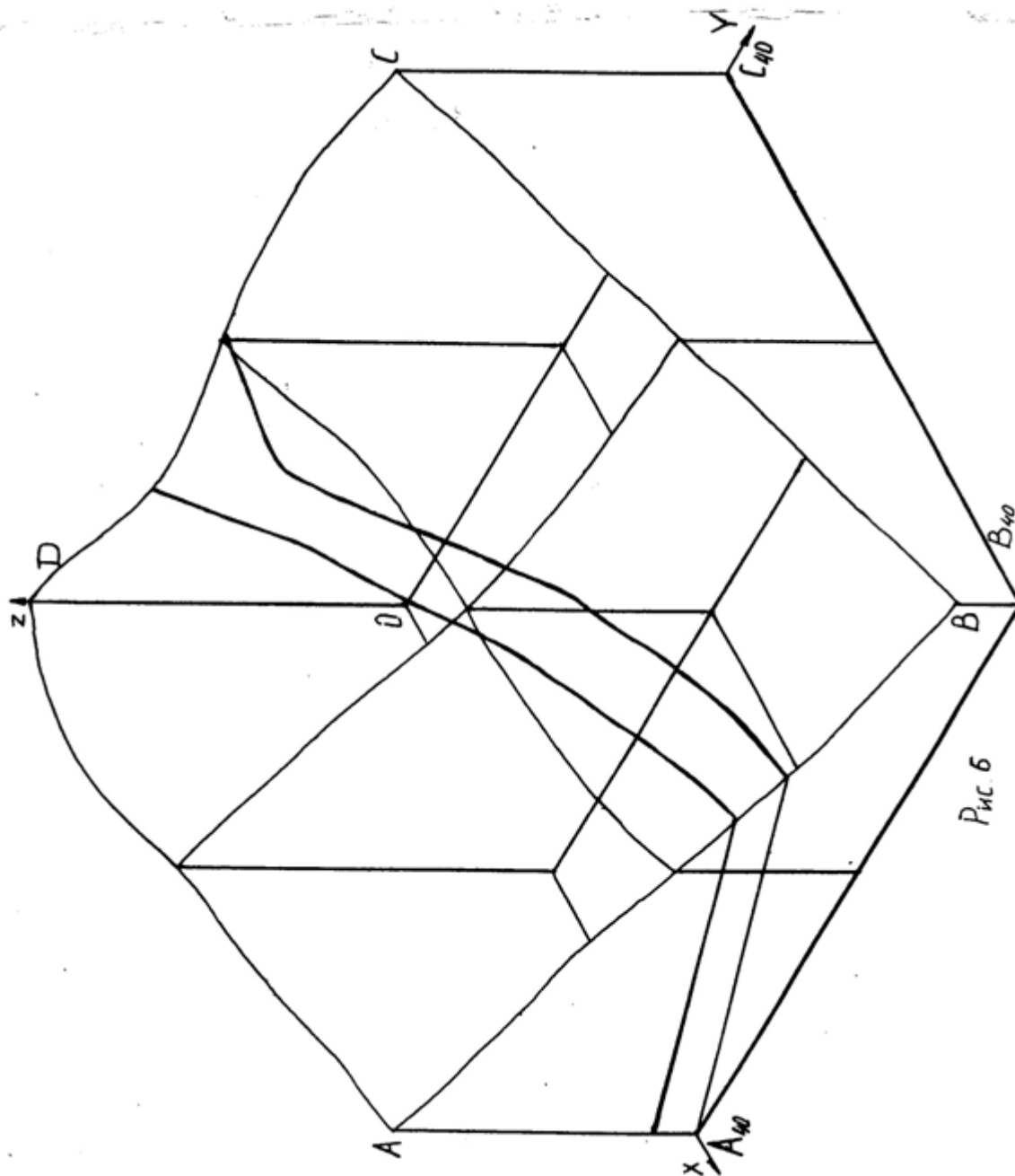
Блок диаграммой будем называть аксонометрическую проекцию части земной коры, ограниченную четырьмя вертикальными плоскостями, горизонтальной плоскостью (например, с отметкой ноль) и топографической поверхностью. Блок диаграмма строится ячеечная, т. е. заданный план разбивается на квадраты, размеры которых 250×250. Затем построения осуществляются по следующему алгоритму.

Алгоритм построения:

- на план наносим декартову систему координат, у которой ось X совпадает с AD, ось Y совпадает с DC, ось Z совпадает с точкой D;
- строим декартову систему координат в указанной аксонометрической проекции (прямоугольная изометрия, прямоугольная диметрия, косоугольная фронтальная диметрия, косоугольная горизонтальная изометрия - военная пер-

спектива, косоугольная фронтальная изометрия – кавальерная проекция) согласно ГОСТ 2.317 – 69;

- построение осуществляется по координатам тех точек, которые имеют точные высотные отметки, с учетом коэффициентов искажения по координатным осям. Пример построения показан на рис. 6.





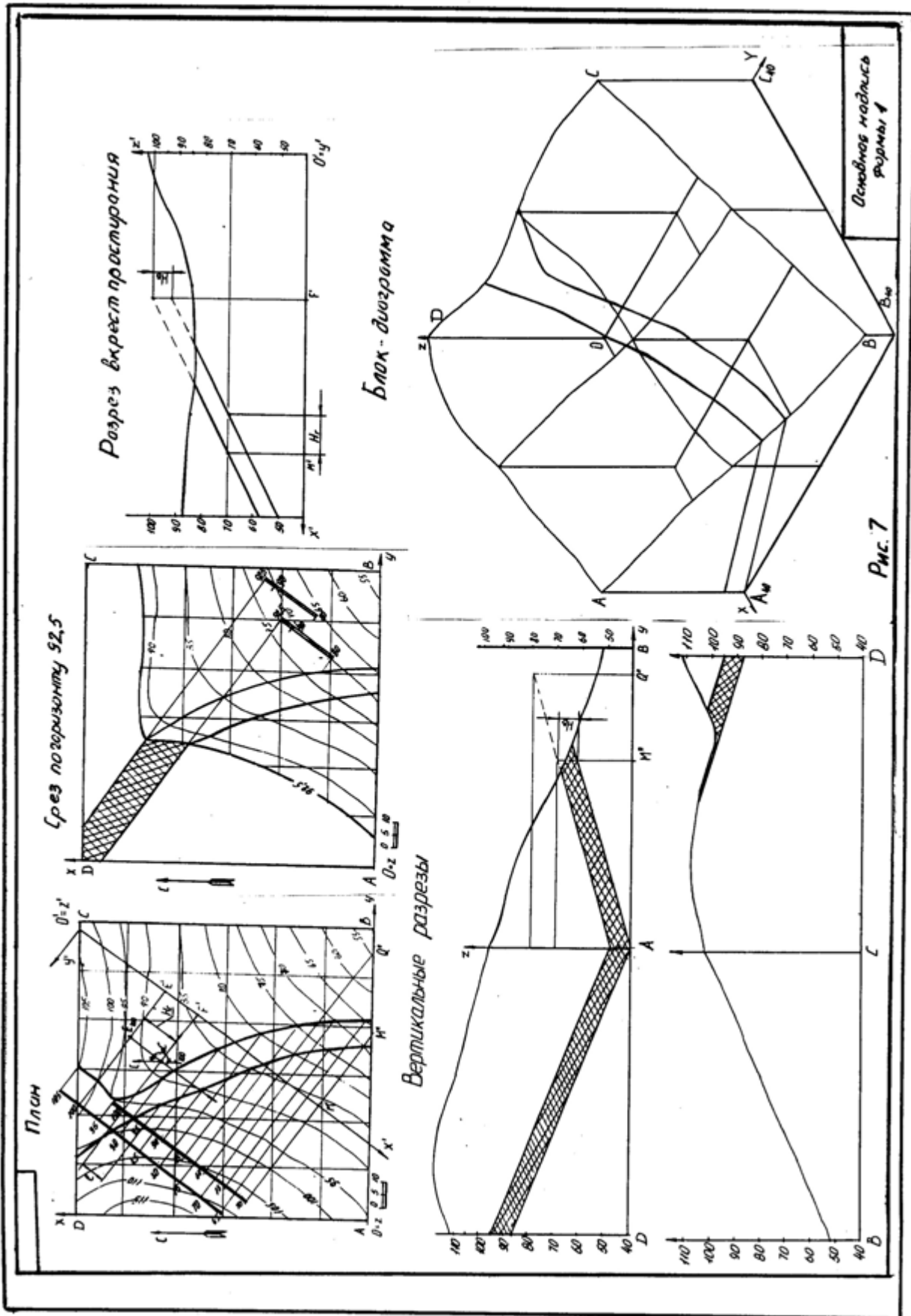


Таблица 1

Номер варианта	Точка F			Азимут падения $\alpha^\circ$	Интервал плоскости кровли I, мм	Горизон- тальная мощность H <sub>г</sub> , мм	Вид аксономет- рии
	x	y	z				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	46	10	120	210	20	180	1
2	20	85	110	170	20	75	2
3	67	40	100	210	20	30	3
4	78	25	120	190	20	50	4
5	98	110	105	80	20	30	5
6	40	135	105	30	20	15	1
7	60	60	85	225	20	45	2
8	38	105	100	135	14	17	3
9	46	10	120	210	20	155	4
10	20	85	110	170	20	95	5
11	67	40	100	210	20	100	1
12	78	25	120	190	20	85	2
13	98	100	105	80	20	15	3
14	40	135	105	30	20	45	4
15	60	60	85	225	20	65	5
16	38	105	100	135	14	31	1
17	55	40	95	190	20	70	2
18	46	10	120	210	20	135	3
19	20	85	110	170	20	110	4
20	67	40	100	210	20	125	5
21	78	25	120	190	20	105	1
22	135	20	120	260	20	135	2
23	20	110	115	30	20	30	3
24	98	35	80	225	20	45	4
25	38	105	100	135	14	60	5
26	46	10	120	210	20	115	1
27	115	135	130	170	20	20	2
28	27	42	100	210	20	75	3
29	115	135	130	170	20	50	4
30	97	95	115	210	20	70	5
31	135	20	120	260	20	145	1
32	58	177	80	135	14	31	2
33	27	42	100	210	20	95	3
34	115	135	130	170	20	65	4
35	97	95	115	210	20	95	5

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
36	58	177	80	135	14	42	1
37	27	42	100	210	20	115	2
38	98	35	80	225	20	25	3
39	58	177	80	135	14	68	4
40	27	42	100	210	20	140	5

1 - прямоугольная изометрия (изометрия)

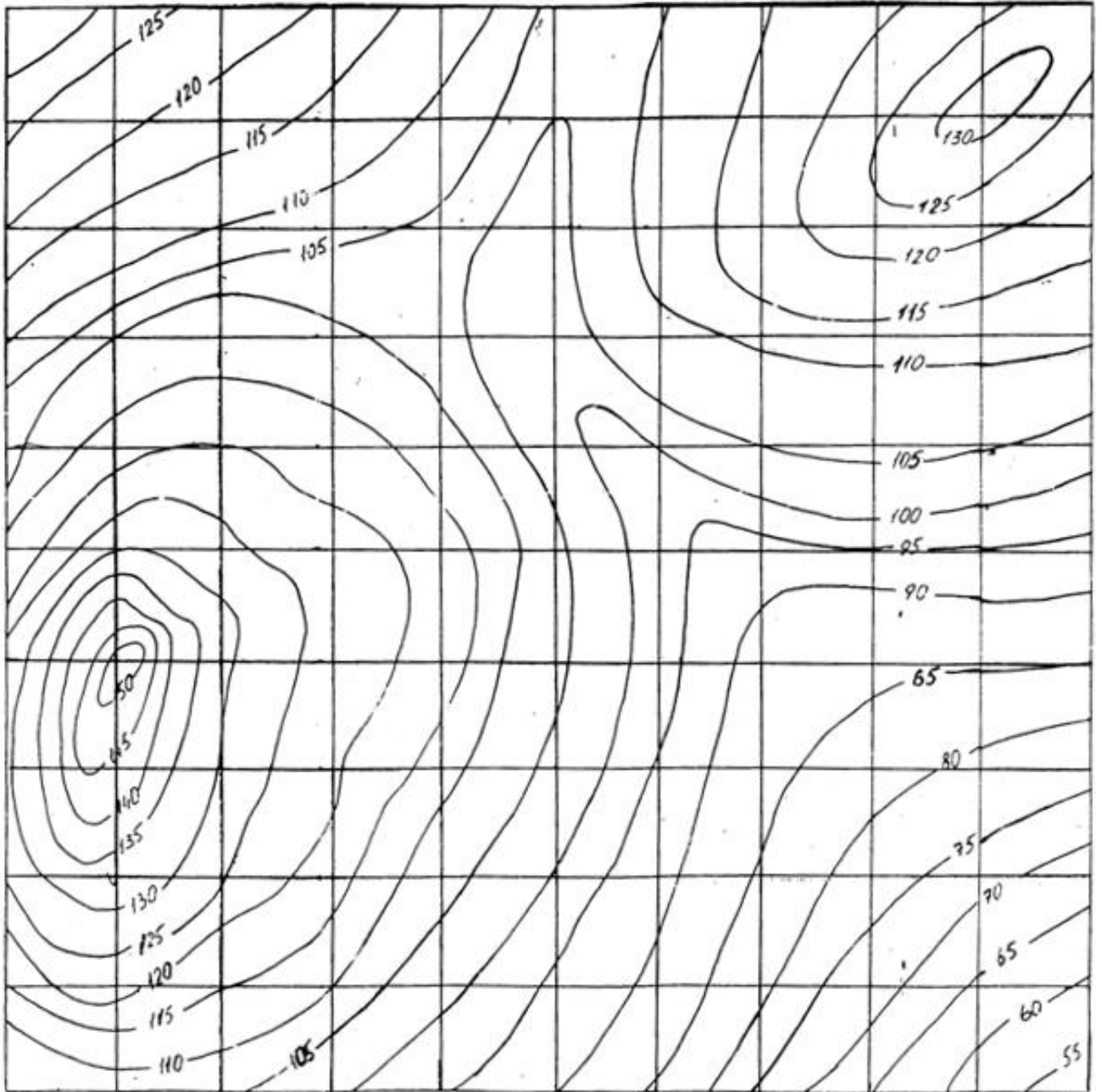
2 - прямоугольная диметрия (диметрия)

3 – косоугольная фронтальная диметрия (кабинетная проекция)

4 - косоугольная фронтальная изометрия (кавалерная проекция)

5 - косоугольная горизонтальная изометрия (военная перспектива)

# ПЛАН ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ



## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич В. Н., Шангина Е. И. Начертательная геометрия в проекциях с числовыми отметками: Учебное пособие.- Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1999. – 152 с.
2. Горная графическая документация. – Издание стандартов, 1983. – 200 с.
3. Ломоносов Г. Г. Инженерная графика. – М.: Недра, 1984. – 287 с.
4. Русскевич Н. Л. Начертательная геометрия. – Киев: «Вища школа», 1978. – 312 с.
5. Тарасов Б. Ф. Методы изображения в транспортном строительстве. – Ленинград: Стройиздат, 1987. – 248 с.

Бабич Владимир Николаевич  
Шангина Елена Игоревна

Методическое пособие  
по выполнению индивидуальной графической  
работы «Блок-диаграмма» по дисциплине  
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»  
для студентов направления 553200 –  
«Геология и разведка полезных ископаемых»

2-е издание, стереотипное

Корректурa кафедры инженерной графики

Подписано в печать 17.10.2003 г.

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8

Печ. л. 0,9 Уч. - изд. 0,83. Тираж 100 экз. Заказ №128

Лаборатория педагогики

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Уральская государственная горно-геологическая академия

Лаборатория множительной техники

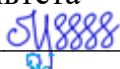
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

**ОДОБРЕНО**

Методической комиссией  
Горно-технологического фа-  
культета

 Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.**

**РЕЗЬБА**

Методическое пособие

по теме «Условности машиностроительного черчения»  
для самостоятельной работы студентов  
всех специальностей и направлений»

*4-е издание, исправленное*

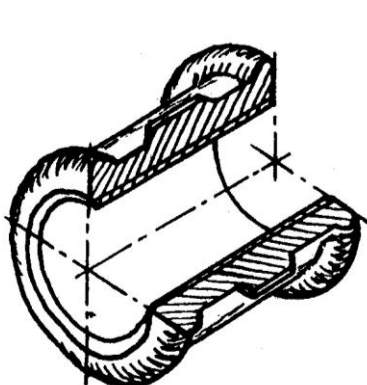
## Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА	5
2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ	9
3. ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРУБНЫХ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ»	10
4. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ	12
4.1. Соединение труб муфтами	12
4.1.1. Соединение труб прямой муфтой	12
4.1.2. Соединение труб переходной муфтой	17
4.2. Соединение труб угольниками, прямыми тройниками и прямыми крестами	19
4.3. Перекрытие труб колпаком	23
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	26

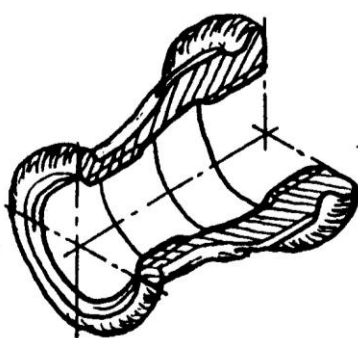


## ВВЕДЕНИЕ

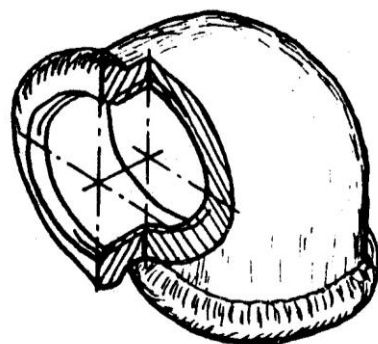
В промышленности трубы, имеющие на концах наружную резьбу, соединяются соединительными частями (фитингами), которые имеют резьбу в отверстиях. Виды резьбовых трубных соединений определяются условиями их работы. В обычных трубопроводах с нормальным давлением (в системах отопления, вентиляции, газификации, водоснабжения) чаще всего имеют место соединения труб деталями с трубной цилиндрической резьбой.



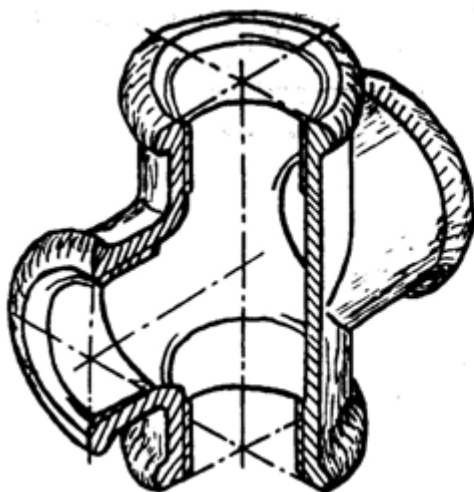
Муфта прямая



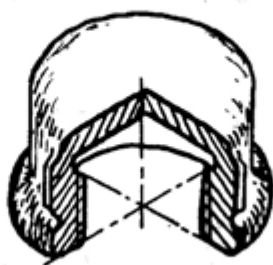
Муфта переходная



Угольник прямой



Крест прямой



Колпак



Тройник прямой

Рис. 1. Соединительные части (фитинги)

Соединительные части - фитинги (рис. 1) – позволяют соединить сразу несколько труб, устраивать ответвления под разными углами, переходы с одного диаметра на другой и т. д. Фитинги изготавливают из ковкого чугуна для условных проходов от 8 до 150 мм. Для придания фитингам из ковкого чугуна необходимой жесткости их снабжают по краям буртиками, а муфты для обеспечения лучшего захвата газовым ключом – несколькими ребрами, расположенными на боковой поверхности по направлению образующих.

## 1. ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА

Профиль трубной цилиндрической резьбы – равнобедренный треугольник с углом  $\alpha=55^\circ$ , вершины и впадины профиля закруглены, а в соединении между вершинами и впадинами наружной и внутренней резьбы отсутствуют зазоры. Трубная резьба разработана в дюймовой системе (1 дюйм = 1"=25,4 мм).

Шаг трубной резьбы задают косвенным способом: указывают число ниток резьбы, укладываемых на 1". Это число ниток стандартизовано в пределах от 28 до 11.

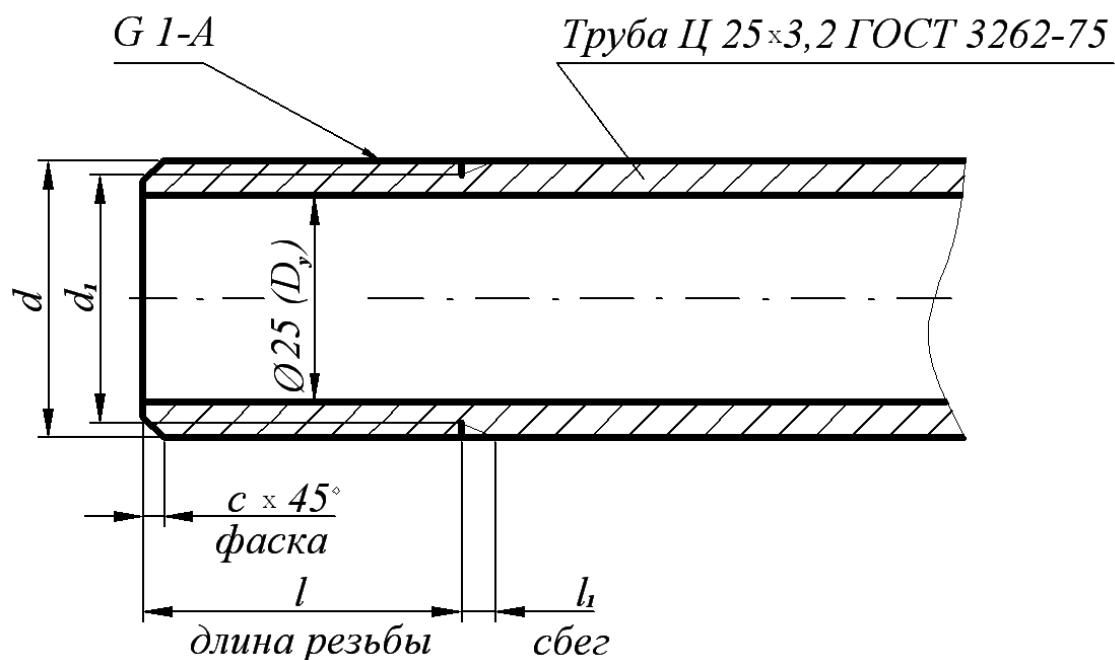


Рис. 2. Изображение трубы

Обозначение размера трубной резьбы имеет особенность, которая заключается в том, что размер задается не наружным диаметром трубы, на которой нарезается резьба, а величиной внутреннего диаметра трубы. Объяснение этой условности состоит в том, что конструктивный расчет трубопроводов ведется по условным проходам трубопроводов, арматуры и соединительных частей.

Например, трубная резьба в 1" нарезается на трубе, которая имеет внутренний диаметр, равный 25 мм; размер же наружного диаметра всегда больше диаметра в свету на две толщины стенки трубы (рис. 2). По этой причине обозначение резьбы располагают на полке-выноске, которая заканчивается стрелкой, опирающейся на контур трубной резьбы.

Условное обозначение резьбы состоит из буквы *G*, обозначения размера резьбы и класса точности среднего диаметра. Условное обозначение для левой резьбы дополняется буквами *LH*, например,

*G 1½ - B* – трубная цилиндрическая резьба 1½" класса точности *B*,

*G 1½ - LH - B* – то же для левой резьбы.

Длину свинчивания указывают в миллиметрах после обозначения класса точности: *G 1½ - B -40*.

В обозначении трубы указывают условный проход, толщину стенки, другие данные (точность изготовления, покрытие, длину, наличие резьбы и муфты) и номер стандарта, например:

Труба 20×2,8–2000 ГОСТ 3262-75 – труба обыкновенная неоцинкованная без муфты, без резьбы с  $D_y = 20$  мм.

Для вычерчивания трубы и соединительных частей используют размеры, предусмотренные ГОСТ 3262-75 и ГОСТ 6357-81 (табл. 1), а также ГОСТ 10549-63 (табл. 2).

Для труб бесшовных горяче- и холоднодеформированных, для толсто-стенных труб (ГОСТ 8734-75, 8732-78, 9940-81) выполняют рабочие чертежи, на которых указывают длину трубы, условный проход, длину резьбы и величину сбегу резьбы.

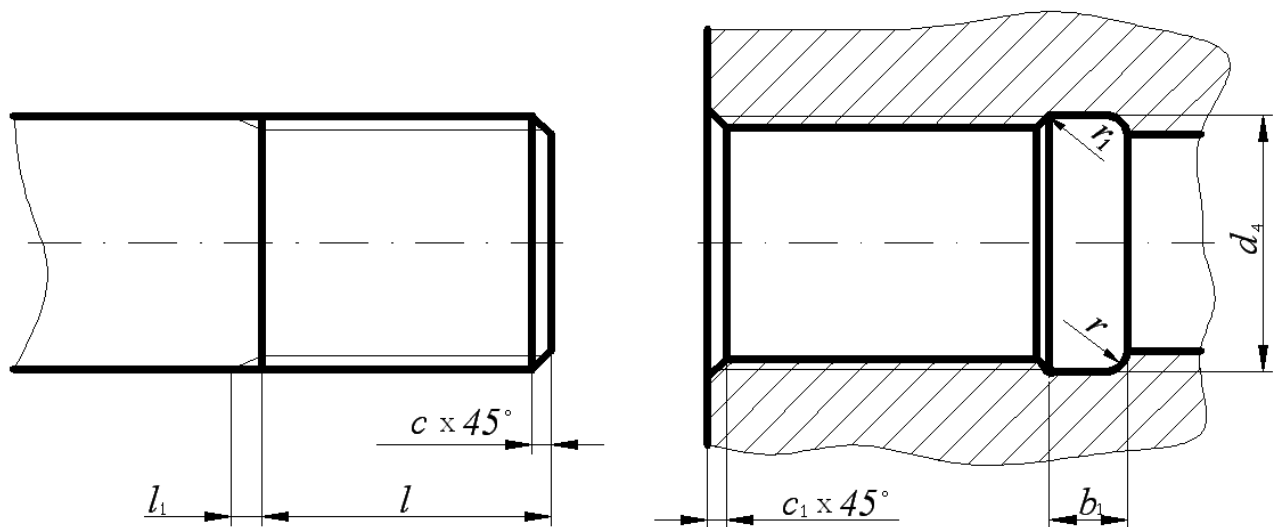
Таблица 1

## Резьба трубная цилиндрическая ГОСТ 6357-81

Обозначение размера резьбы		Шаг, мм $P$	Диаметр резьбы, мм		Толщина стенки труб, мм
$D_y$ , мм	в дюймах		наружный $d=D$	внутренний $d_1=D_1$	
6	$\frac{1}{8}$	0,907	9,728	8,566	2,0
8	$\frac{1}{4}$	1,337	13,157	11,445	2,2
10	$\frac{3}{8}$		16,662	14,950	2,2
15	$\frac{1}{2}$	1,814	20,955	18,631	2,8
20	$\frac{3}{4}$		26,441	24,117	2,8
25	1	2,304	33,249	30,291	3,2
32	$1 \frac{1}{4}$		41,910	38,952	3,2
40	$1 \frac{1}{2}$		47,803	44,845	3,5
50	2		59,614	56,656	3,5
65	$2 \frac{1}{2}$		75,184	72,226	4,0
80	3		87,884	84,926	4,0
90	$3 \frac{1}{2}$		100,330	97,372	4,0
100	4		113,030	110,072	4,5

Таблица 2

Размеры сбегов, проточек и фасок для трубной цилиндрической резьбы



$D_y$ , мм	$l_1$ , мм	$l$ , мм		$c$ , мм	$b_1$ , мм	$r$ , мм	$r_1$ , мм	$d_4$ , мм	$c_1$ , мм
		длинной	короткой						
$\frac{1}{8}$	1,6	-	-	1,0	4	1,0	0,5	10,5	1,0
$\frac{1}{4}$	2,4	-	-	1,6	5	1,6		13,5	
$\frac{3}{8}$		-	-					17,0	
$\frac{1}{2}$	3,2	14	9,0	2,0	8	2,0	1,0	21,5	1,6
$\frac{3}{4}$		16	10,5					27,0	
1	4,1	18	11,0	2,5	10	3,0		34,0	
1 $\frac{1}{4}$		20	13,0					43,0	
1 $\frac{1}{2}$		22	15,0					48,5	
2		24	17,0					60,5	
2 $\frac{1}{2}$		27	19,5					76,0	
3		30	22,0					89,0	
3 $\frac{1}{2}$		33	26,0					101,0	
4		36	30,0				114,0		

## 2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ

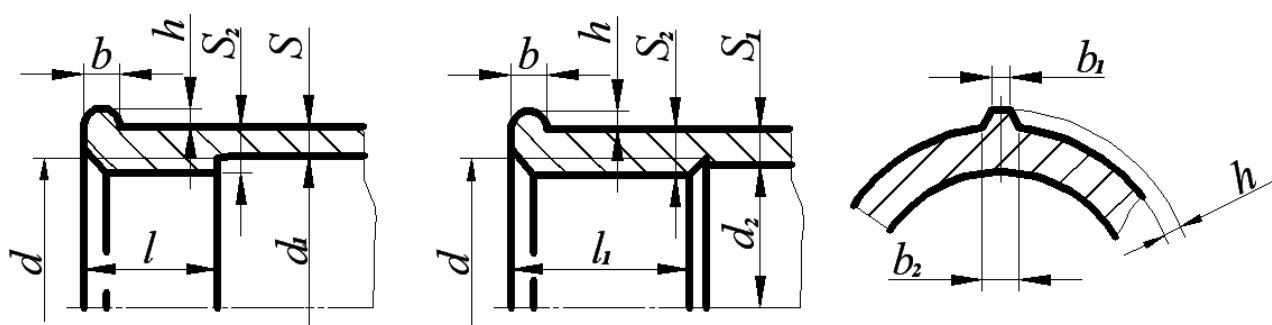
На чертежах трубных соединений, выполняемых как конструктивные чертежи, вычерчиваются все элементы соединительных частей и контргаек (если их ставят) – буртики, фаски, ребра, размеры которых для изделий из ковкого чугуна устанавливает ГОСТ 8945-75.

Таблица 3

Конструктивные размеры соединительных частей, мм

Вариант 1

Вариант 2



Резьба				$d_1$	$d_2$	$S$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$b$	$b_1$	$b_2$	$h$
Обозначение	$d$	$l$	$l_1$										
$G\frac{1}{4}$	13,16	9,0	9,0	13,5	12,5	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
$G\frac{3}{8}$	16,66	10,0	11,0	17,0	16,0	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
$G\frac{1}{2}$	20,96	12,0	14,0	21,5	20,0	2,8	3,5	4,2	4,2	3,5	2,0	4,0	2,0
$G\frac{3}{4}$	26,44	13,5	16,0	27,0	25,5	3,0	3,5	4,4	4,2	4,0	2,0	4,0	2,5
$G1$	33,25	15,0	19,0	34,0	32,0	3,3	4,0	5,2	4,8	4,0	2,5	4,5	2,5
$G1\frac{1}{4}$	41,91	17,0	21,0	42,5	40,5	3,6	4,0	5,4	4,8	4,0	2,5	5,0	3,0
$G1\frac{1}{2}$	47,81	19,0	21,0	48,5	46,5	4,0	4,0	5,8	4,8	4,0	3,0	5,0	3,0
$G2$	59,62	21,0	24,0	68,5	58,5	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,0	6,0	3,5
$G2\frac{1}{2}$	75,19	23,5	27,0	76,0	74,0	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,5	6,5	3,5
$G3$	87,89	26,0	30,0	89,0	87,0	4,5	4,5	6,5	6,0	6,0	4,0	7,0	4,0
$G4$	113,0	39,0	39,5	115	112	5,5	5,5	8,0	7,0	7,0	5,0	8,5	4,5

## ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРУБНЫХ СОЕДИНЕНИЙ»

### 3.1. Цель задания

Целью задания является изучение правил выполнения трубных резьбовых соединений, условное изображение и обозначение трубной цилиндрической резьбы, конструктивных элементов соединительных частей. При выполнении задания студент должен приобрести навыки общения с Государственными стандартами по данной теме.

### 3.2. Содержание задания

Задание выполняется карандашом на формате А4 в масштабе, выбранном в соответствии с ГОСТ 2.302-68.

Вычертить соединение труб в двух видах с необходимыми разрезами и нанести размеры согласно стандартам.

Выполнить изображение конца трубы и указать ее конструктивные размеры.

Составить спецификацию.

Таблица 4

Варианты задания

Номер варианта	Соединительная часть	Диаметр условного прохода, мм
1	Угольник	8
2	Крест	80
3	Муфта	40×20
4	Колпак, исполнение 2	80
5	Муфта	50
6	Крест	50
7	Тройник	40
8	Тройник	50
9	Угольник	40
10	Колпак, исполнение 2	65
11	Угольник	20
12	Тройник	25
13	Крест	32
14	Колпак, исполнение 1	20
15	Муфта прямая короткая	15

Номер варианта	Соединительная часть	Диаметр условного прохода, мм
16	Муфта прямая длинная	25
17	Муфта переходная	65×32
18	Тройник	50
19	Крест	65
20	Колпак, исполнение 1	15
21	Муфта прямая короткая	32
22	Муфта прямая длинная	20
23	Угольник	10
24	Муфта переходная	80×40
25	Крест	50
26	Колпак, исполнение 2	10
27	Муфта прямая короткая	80
28	Муфта прямая длинная	15
29	Угольник	15
30	Тройник	80
31	Муфта переходная	40×20
32	Колпак, исполнение 1	8
33	Муфта прямая короткая	25
34	Муфта прямая длинная	10
35	Муфта переходная	50×30
36	Тройник	15
37	Крест	20
38	Угольник	32
39	Угольник	20
40	Угольник	80
41	Угольник	15
42	Колпак, исполнение 1	50
43	Крест	25
44	Муфта переходная	32×20
45	Муфта	15
46	Угольник	32
47	Тройник	65
48	Крест	65
49	Колпак, исполнение 1	32
50	Муфта прямая длинная	32



## 4. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Изображение трубных резьбовых соединений – это выполнение сборочного чертежа первой сложности. Правила выполнения сборочного чертежа регламентирует ГОСТГОСТ 2.109-73, составление спецификации - ГОСТ 2.302-68, а основную надпись - ГОСТ 2.104-68.

### 4.1. Соединение труб муфтами

При соединении муфтой ось труб располагают параллельно основной надписи чертежа. Конструкцию соединения показывают в разрезе плоскостью, проходящей через оси труб и фитинга, допускается соединять части вида и разреза. В разрезе показывают только ту часть резьбы фитинга, которая не закрыта резьбой трубы. Второе изображение обычно представляет собой сечение плоскостью, перпендикулярной одной из труб.

Необходимо иметь в виду, что для полностью завинченной трубы за торец соединительной части выходит только сбег резьбы.

Для демонтажа трубного соединения, например, при ремонтных работах, на конце одной из труб нарезают более длинную резьбу – сгон.

Длину сгона рассчитывают так, чтобы можно было свинтить контргайку, муфту и иметь еще запас резьбы 5...7 мм.

Размеры всех деталей трубного соединения зависят от диаметра условного прохода свинчиваемых труб.

Если диаметр отверстия трубы неизвестен, то его можно определить из таблицы размеров трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357-81, табл. 1), измерив внутренний диаметр резьбы муфты.

#### 4.1.1. Соединение труб прямой муфтой

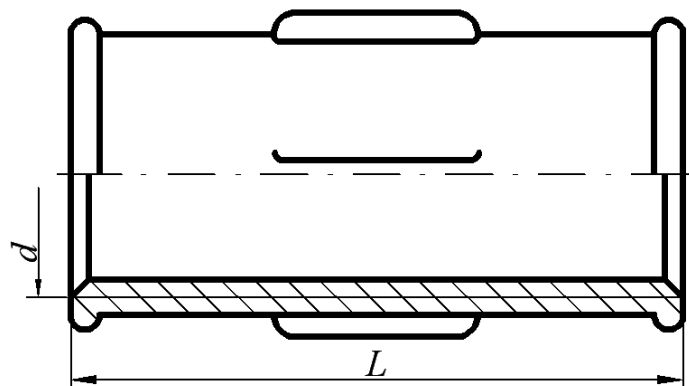
Например, необходимо по индивидуальному варианту вычертить прямую муфту, имея деталь, но, не зная диаметра условного прохода.

Штангенциркулем измеряется внутренний диаметр резьбы и по табл. 1 определяется диаметр условного прохода соединяемых труб и обозначение резьбы:  $D_1 \approx 45$  мм.  $D_{\text{табл.}} = 4,845$  мм  $\rightarrow D_y = 40$  мм – G 1½.

2. Измеряется длина муфты,  $L=43$  мм.

Для определения названия муфты (короткая или длинная) обращаются к Государственным стандартам (табл. 5).

## Муфты прямые



Резьба	Муфты короткие ГОСТ 8954-75		Муфты длинные ГОСТ 8955-75	
	$L$ , мм	Число ребер	$L$ , мм	Число ребер
$G\frac{1}{4}-B$	22	2	27	2
$G\frac{3}{8}-B$	24	2	30	2
$G\frac{1}{2}-B$	28	2	36	2
$G\frac{3}{4}-B$	31	2	39	2
$G1-B$	35	4	45	4
$G1\frac{1}{4}-B$	39	4	50	4
$G1\frac{1}{2}-B$	43	4	55	4
$G2-B$	47	6	65	4
$G2\frac{1}{2}-B$	53	6	74	6
$G3-B$	59	6	80	6
$G4-B$	84	6	94	6

Примеры условных обозначений:

1. Прямая короткая муфта с  $D_y = 40$  мм:

Муфта короткая 40 ГОСТ 8954 - 75.

2. Прямая длинная муфта с  $D_y = 40$  мм и цинковым покрытием исполнения 1: Муфта длинная 1-Ц-40 ГОСТ 8955 – 75.

Муфта с резьбой  $G 1\frac{1}{2}$ , имеющая длину 43 мм, является короткой, считаем, что она выполнена с цинковым покрытием, следовательно, ее обозначение: Муфта короткая Ц-40 ГОСТ 8954 - 75.

3. Для вычерчивания муфты используют данные из табл. 1, 2, 3.

1) Наружный диаметр резьбы  $d=47,803$  мм

2) Фаска  $s=1,6$  мм

3) Толщина стенки муфты  $S_2=5,8$  мм

4) Высота буртика  $b=4,0$  мм

5) Количество ребер жесткости равно 4

6) Размеры ребер жесткости и буртика:  $h=3,0$  мм;  $b_1=3,0$  мм;  $b_2=5,0$  мм.

4. Для вычерчивания ввинчиваемой трубы используют данные табл. 1 и табл. 2: «Труба Ц-40×3,5 ГОСТ 3262-75» имеет размеры:

1) Наружный диаметр трубы  $d=47,803$  мм

2) Внутренний диаметр резьбы  $d_1=44,845$  мм

3) Длина резьбы  $l=15$  мм

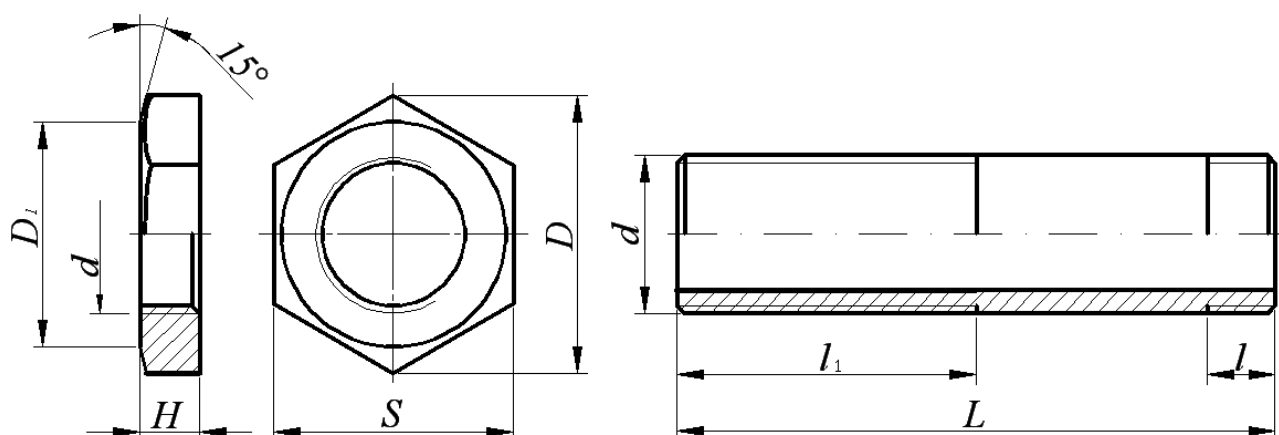
4) Длина сбег резьбы  $l_1=4,1$  мм

5) Фаска  $s=2,5$  мм

5. С другой стороны муфты ввинчивается сгон, размеры которого предусмотрены ГОСТ 8969-75, на которой навинчена контргайка (ГОСТ 8961-75, табл. 6).

6. По размерам, указанным в таблицах, для резьбы  $G 1\frac{1}{2}$  вычерчиваются детали в сборе. При выполнении сборочного чертежа соединения фаски, сбег на деталях не изображаются, каждой детали присваивают номер позиции, который размещают на полке-выноске, заканчивающейся точкой. На сборочном чертеже обязательно указывают установочные размеры: размер резьбы, диаметр условного прохода. Допускается указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющих характер сопряжения: длину муфты и др.

## Контргайки и сгоны



Резьба	Контргайки ГОСТ 8961-75				Сгоны ГОСТ 8969-75		
	<i>H</i> , мм	<i>S</i> , мм	<i>D</i> , мм	<i>D</i> <sub>1</sub> , мм	<i>l</i> , мм	<i>l</i> <sub>1</sub> , мм	<i>L</i> , мм
<i>G</i> <sup>1</sup> / <sub>4</sub> - <i>B</i>	6	22	25,4	20	7,0	38	80
<i>G</i> <sup>3</sup> / <sub>8</sub> - <i>B</i>	7	27	31,2	25	8,0	42	90
<i>G</i> <sup>1</sup> / <sub>2</sub> - <i>B</i>	8	32	36,9	30	9,0	40	110
<i>G</i> <sup>3</sup> / <sub>4</sub> - <i>B</i>	9	36	41,6	33	10,5	45	110
<i>G</i> 1- <i>B</i>	10	46	53,1	43	11,0	50	130
<i>G</i> 1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> - <i>B</i>	11	55	63,5	52	13,0	53	130
<i>G</i> 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> - <i>B</i>	12	60	69,3	56	15,0	60	150
<i>G</i> 2- <i>B</i>	13	75	86,5	70	17,0	65	150
<i>G</i> 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> - <i>B</i>	16	95	110,0	90	19,5	75	170
<i>G</i> 3- <i>B</i>	19	105	121,0	100	22,0	85	180
<i>G</i> 4- <i>B</i>	21	135	156,0	128	-	-	-

Примеры условных обозначений:

1. Контргайка без покрытия с  $D_y=40$  мм:

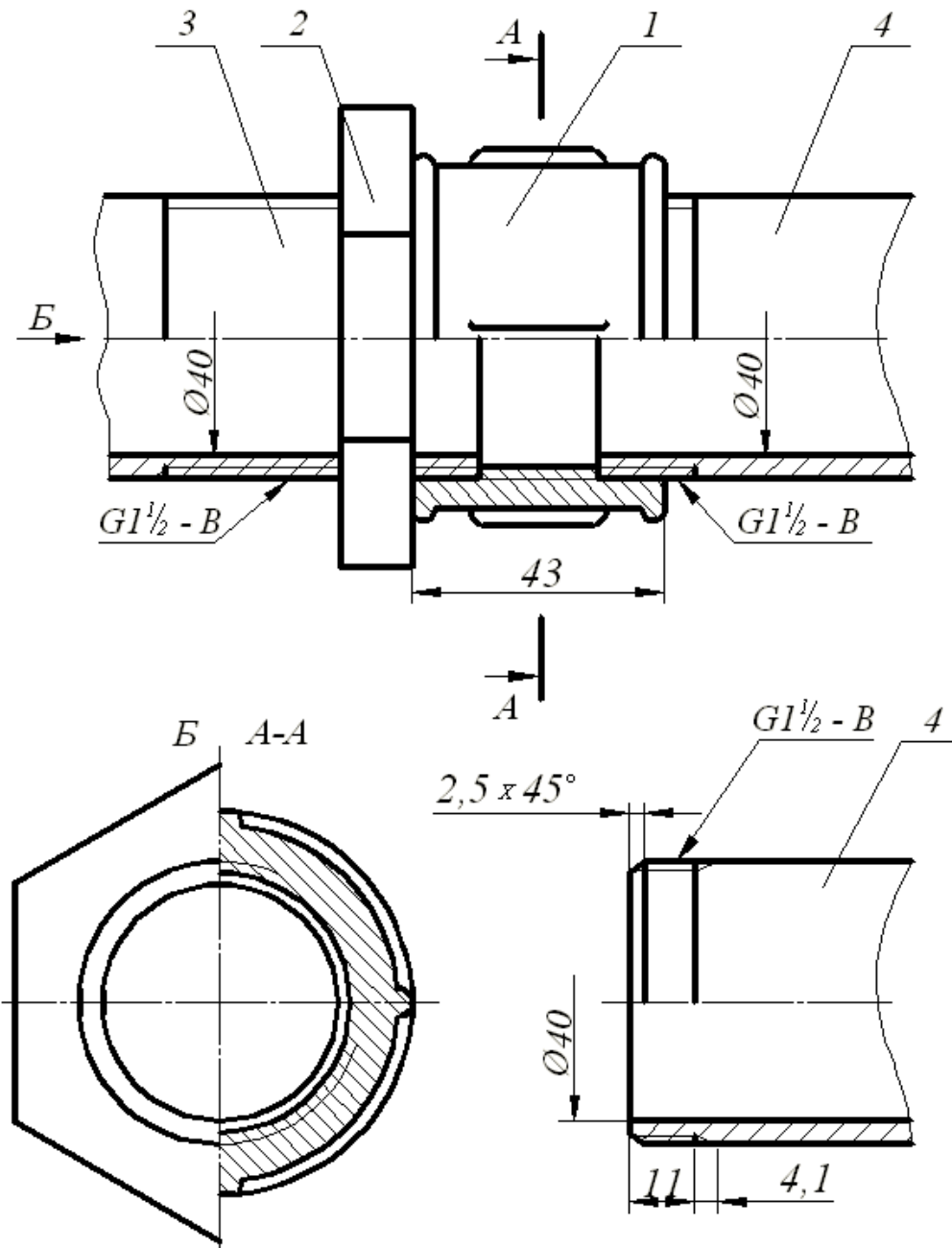
Контргайка 40 ГОСТ 8961-75

2. Сгон с цинковым покрытием с  $D_y=40$  мм

Сгон Ц-40 ГОСТ 8969-75

Пример выполнения сборочного чертежа соединения труб муфтой показан на рис. 3.

01.01.150002.030.СБ



Пример выполнения спецификации  
по ГОСТ 2.108-68 на рис. 9

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

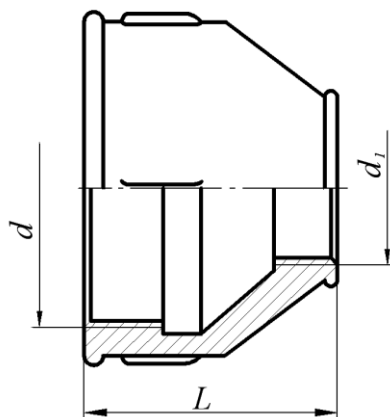
Рис. 3. Соединение труб муфтой

#### 4.1.2. Соединение труб переходной муфтой

Муфты переходные соединяют трубы с различными диаметрами условного прохода (ГОСТ 8957-75, табл. 7).

Таблица 7

Переходные муфты по ГОСТ 8957-75, мм



Условный проход $D_y \times D_{1y}$	$L$	Число ребер	Условный проход $D_y \times D_{1y}$	$L$	Число ребер
10×8	30	2	40×25	55	4
15×8	36	2	40×32	55	4
15×10	36	2	50×15	65	6
20×8	39	2	50×20	65	6
20×10	39	2	50×25	65	6
20×15	39	2	50×32	65	6
25×10	45	4	50×40	65	6
25×15	45	4	65×32	74	6
25×20	45	4	65×40	74	6
32×10	50	4	65×50	74	6
32×15	50	4	80×40	80	6
32×20	50	4	80×50	80	6
32×25	50	4	80×65	80	6
40×15	55	4	100×50	94	6
40×20	55	4	100×65	94	6

Примеры условных обозначений:

3. Муфта переходная без покрытия с  $D_y=15$  мм на  $D_y=40$  мм:

Муфта 40×15 ГОСТ 8957-75

4. Муфта переходная с цинковым покрытием:

Муфта Ц 40×15 ГОСТ 8957-75

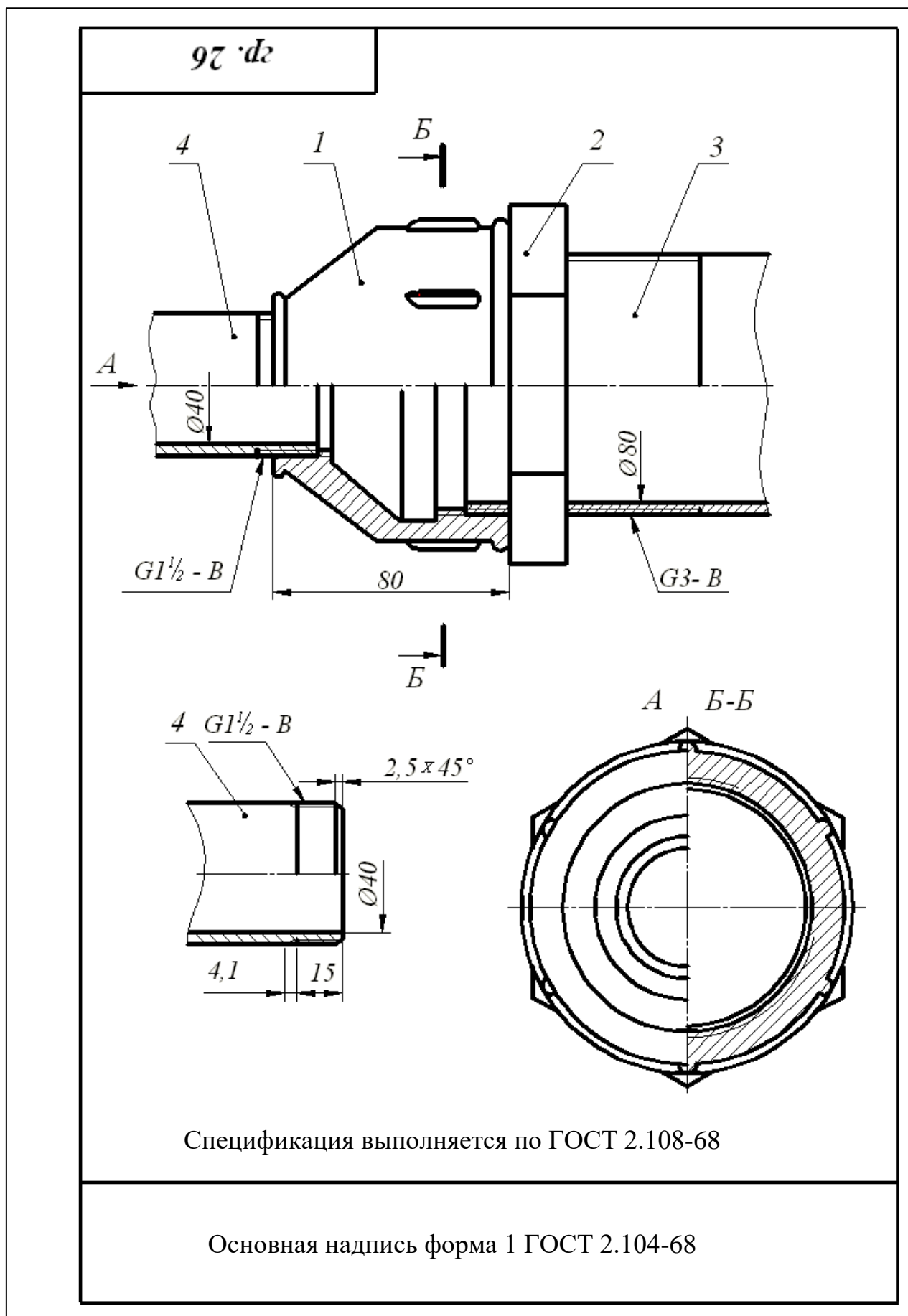


Рис. 4. Соединение труб переходной муфтой

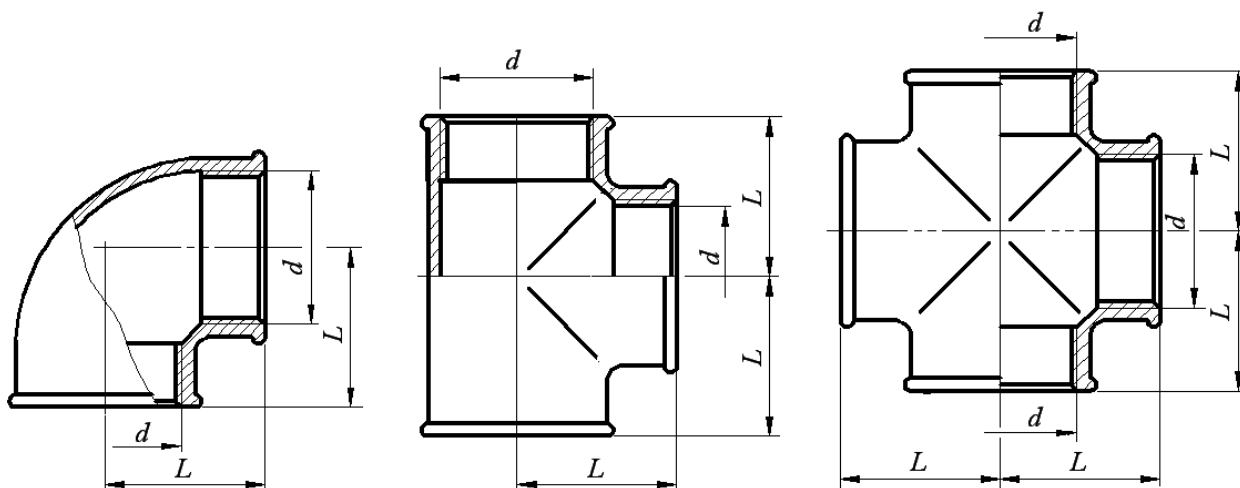
## 4.2. Соединения труб угольниками, прямыми тройниками и прямыми крестами

Прямые тройники, кресты и угольники в системах отопления, водо- и газопроводах служат для изменения направления потока жидкости или газа.

Проходные угольники  
(ГОСТ 8947-75)

Прямые тройники  
(ГОСТ 8948-75)

Прямые кресты  
(ГОСТ 8951-75)



Условный проход $D_y \times D_{1y}$	Резьба	$L$ , мм
8	$G\frac{1}{4}-B$	21
10	$G\frac{3}{8}-B$	25
15	$G\frac{1}{2}-B$	28
20	$G\frac{3}{4}-B$	33
25	$G1-B$	38
32	$G1\frac{1}{4}-B$	45
40	$G1\frac{1}{2}-B$	50
50	$G2-B$	58
65	$G2\frac{1}{2}-B$	69
80	$G3-B$	78
100	$G4-B$	96

Примеры условных обозначений:

1. Проходной угольник с углом  $90^\circ$  исполнения 1 с цинковым покрытием с  $D_y=20$  мм:  
Угольник  $90^\circ-1-Ц-200$  ГОСТ 8946-75;
2. Тройник 40 ГОСТ 8948-75;
3. Крест Ц-32 ГОСТ 8951-75.



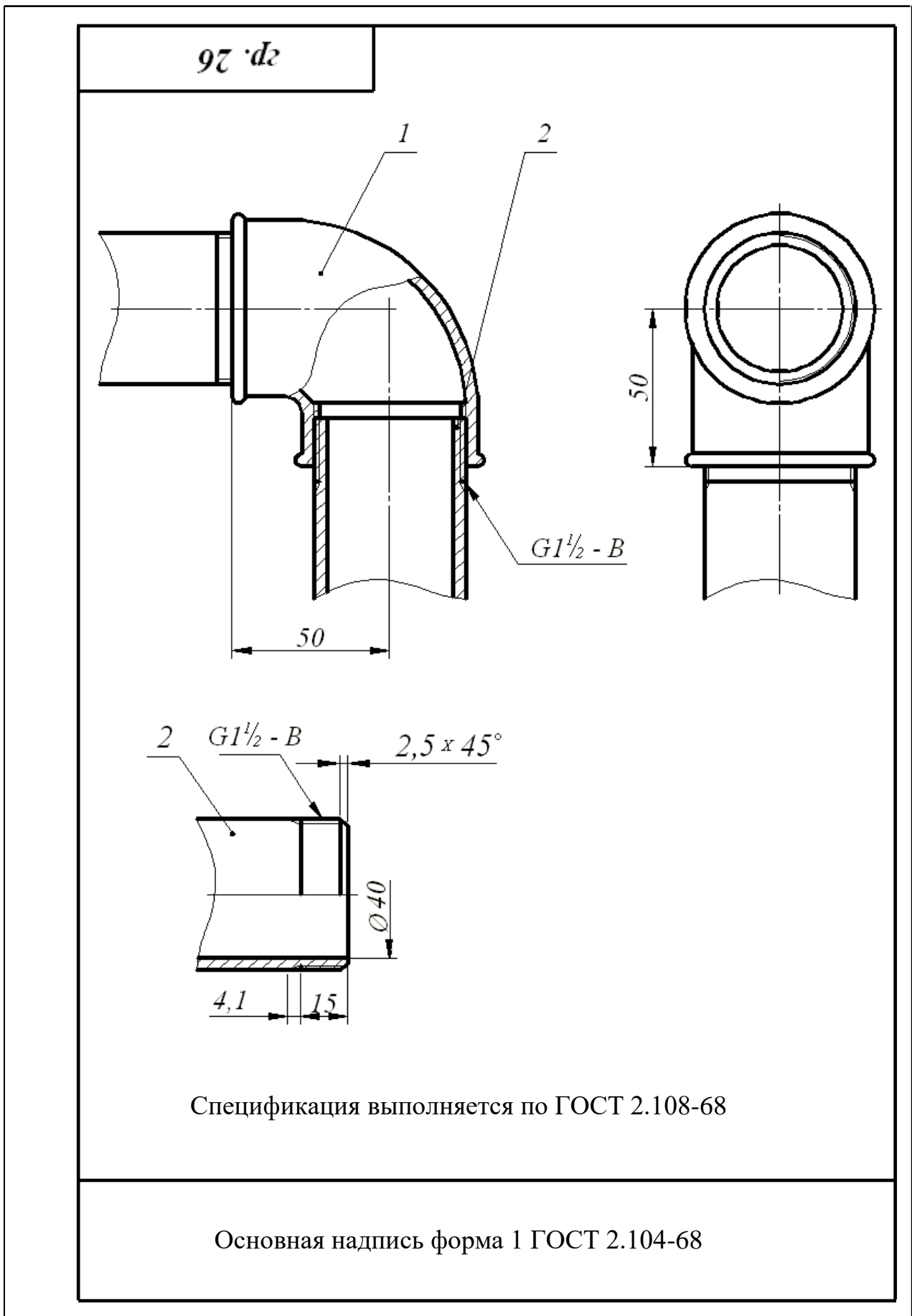


Рис. 5. Соединение труб проходным угольником

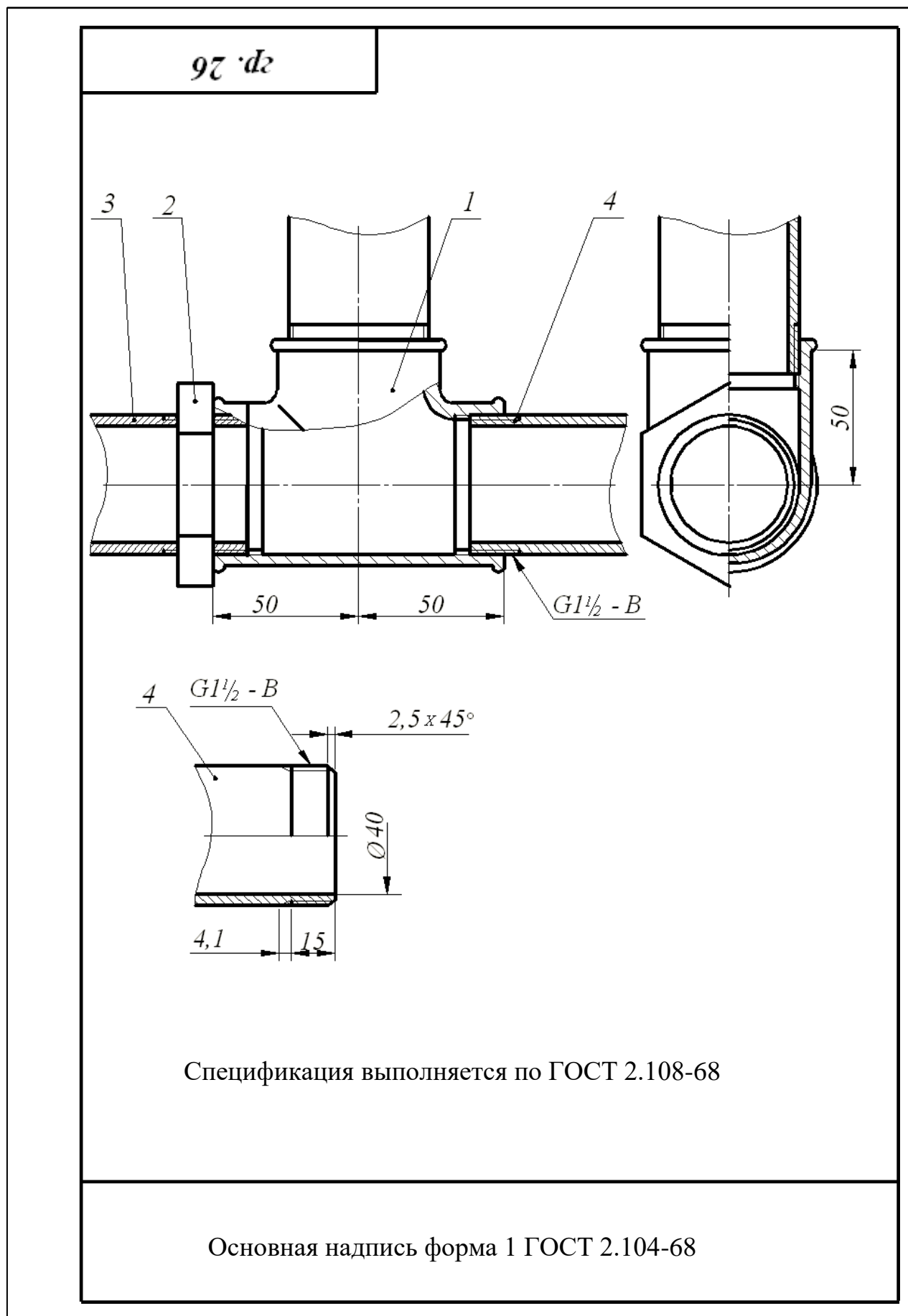
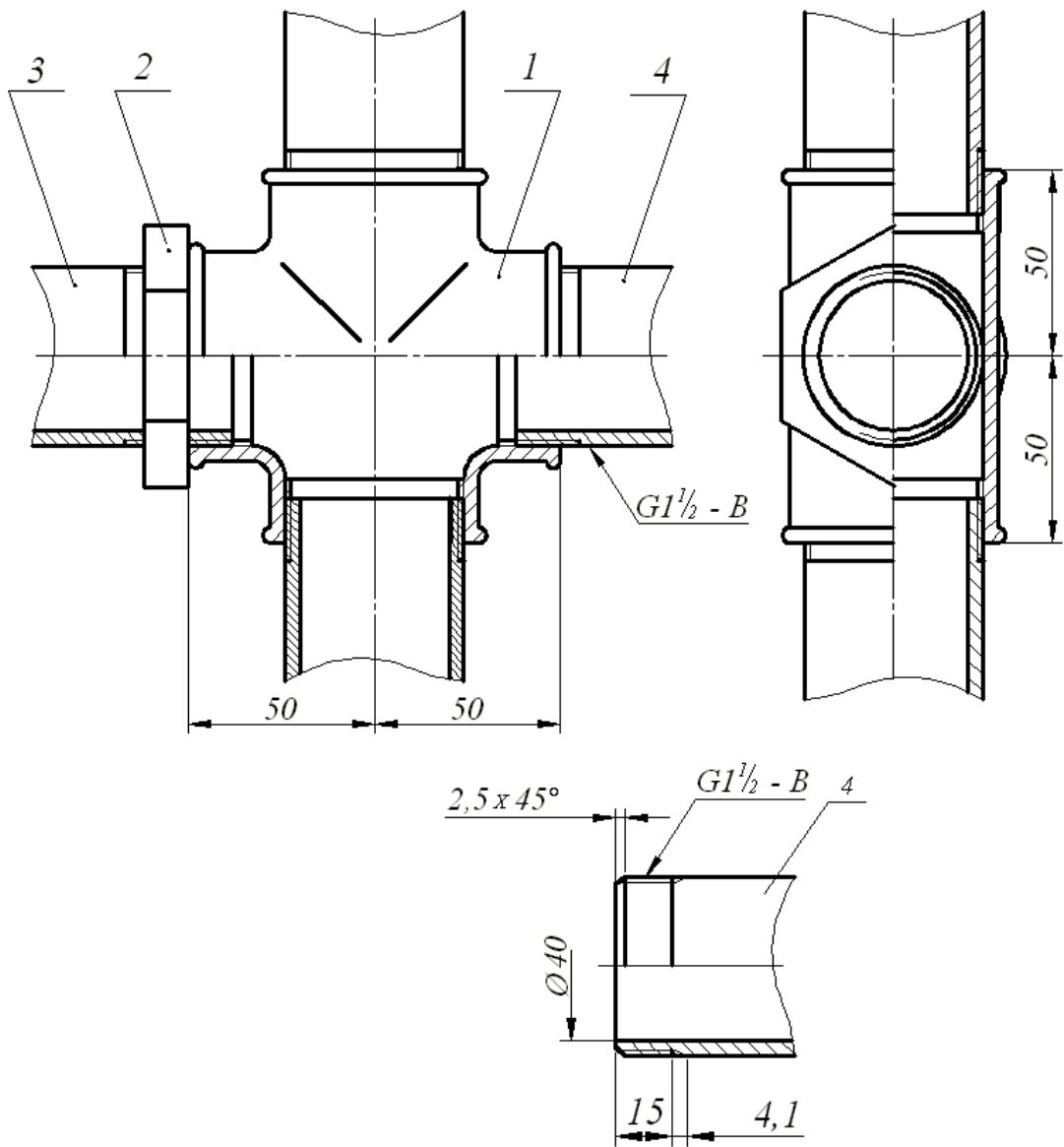


Рис. 6. Соединение труб прямым тройником

zp. 26



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

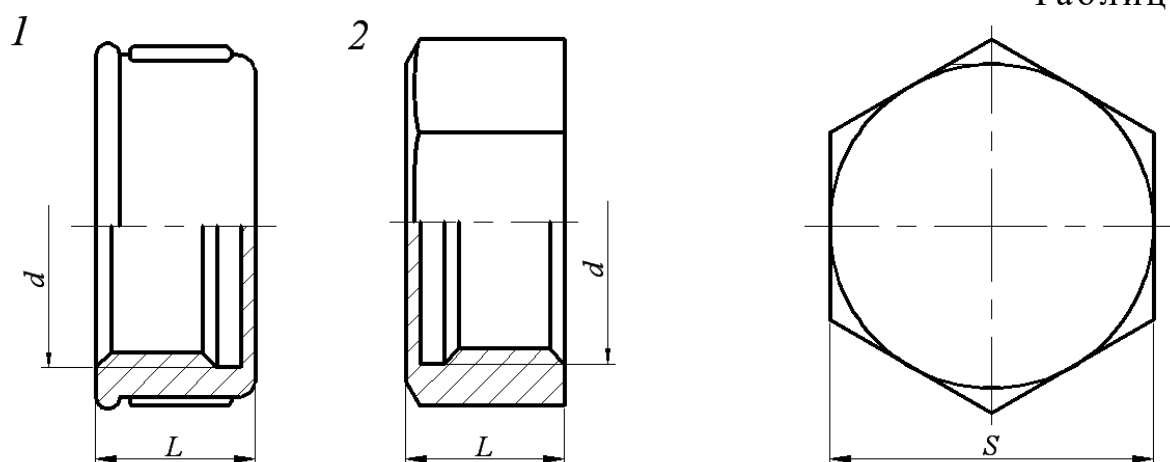
Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 7. Соединение труб прямым крестом

### 4.3. Перекрытие трубы колпаком

Для перекрытия трубы используют колпаки двух исполнений: с ребрами жесткости и с корпусом, имеющим форму шестигранной призмы под гаечный ключ. размеры проточек трубной цилиндрической резьбы определены ГОСТ 10549-80 (табл. 2).

Таблица 9



Условный проход	L		Число ребер	S
	Исполнение			
	1	2		
8	15	15	2	10
10	17	17	2	22
15	19	19	2	27
20	22	22	2	32
25	24	24	4	41
32	27	27	4	50
40	27	27	4	55
50	32	32	6	70
65	-	35	-	85
80	-	38	-	100

Примеры условных обозначений:

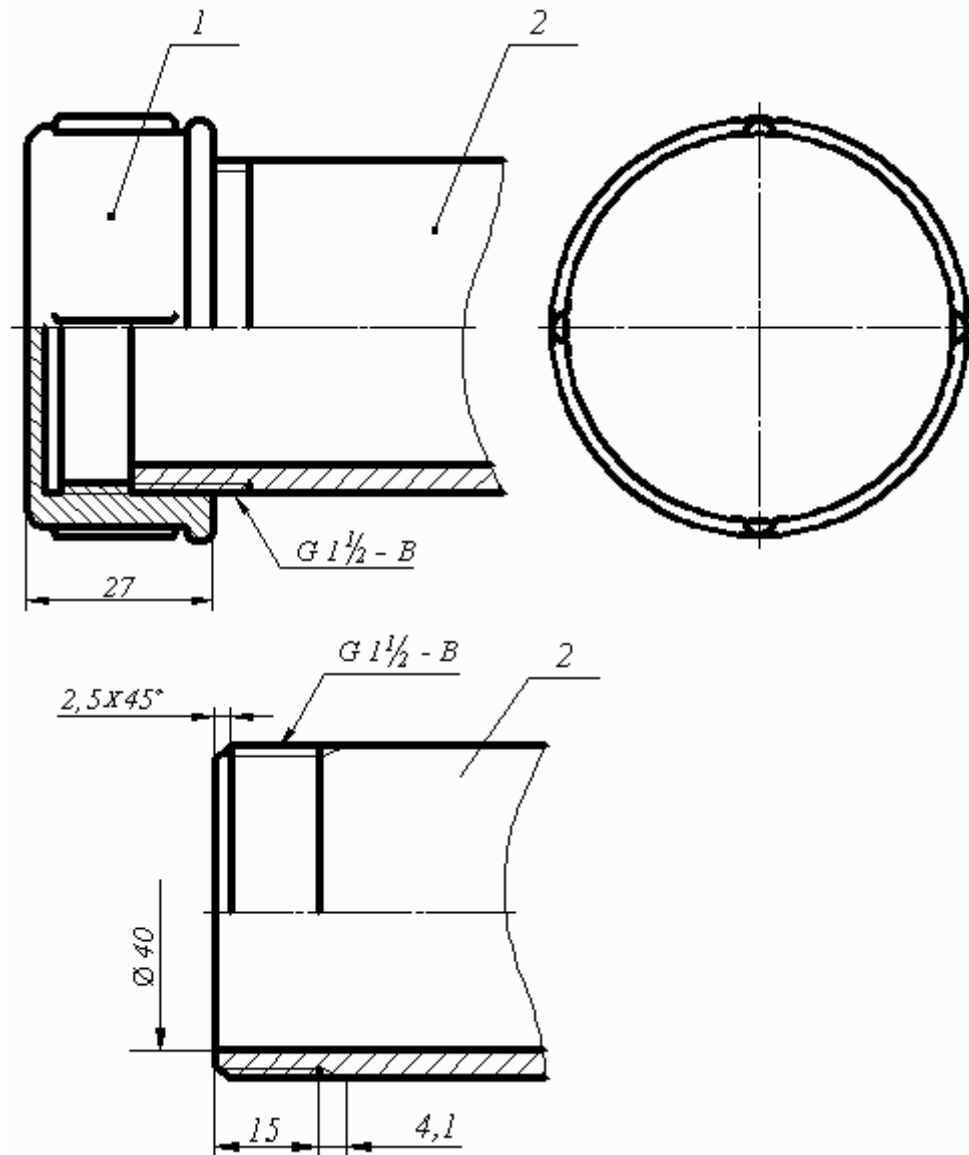
1. Колпак исполнения 2 без покрытия с  $D_y=40$  мм:

Колпак 2-40 ГОСТ 8962-75

2. Колпак исполнения 1 с цинковым покрытием с  $D_y=40$  мм:

Колпак 1-Ц-40 ГОСТ 8962-75

зр. 26



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 8. Перекрытие трубы колпаком

15		8		20		65		20		22		
Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание						
						<u>Документация</u>						
A4			0101.150002.030.СБ.	Сборочный чертеж	1							
						<u>Стандартные изделия</u>						
		1		Муфта короткая Ц-40 ГОСТ 8954-75	1							
		2		Контргайка Ц-40 ГОСТ 8961-75	1							
		3		Сгон Ц-40 ГОСТ 8969-75	1							
						<u>Материалы</u>						
		4		Труба Ц-40×3,5 ГОСТ 3262-75	1							
						01.01.150002.030.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Соединение труб муфтой		Лист	Лист	Листов			
Студент	Иванов						2	1	1			
Консульт	Горюхи								VITU ПРО-09			
Рук.	Беломосова								Кафедра инженерной			
Н. контр.									графики			
Зав. каф.	Шангина В.И.											

Рис. 9. Спецификация

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т. 1. - 9-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, - 2006 – 928 с.: ил.
2. ГОСТ 27148-86. Выход резьбы, сбеги, недорезы, проточки. Размеры. Переиздание 23.06.2009
3. Резьбы. – М.: Изд. стандартов, 2000.
4. Талалай П. Г. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 256 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
5. Чекмарев А. А., Осипов В. К. Справочник по машиностроительному черчению: учебное пособие. – М.: высшая школа , 2008 – 493 с.
6. Федоренко В. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. - – изд. Альянс, 16-е изд., переработанное, 2007. – 416 с.

### Дополнительная литература

7. Баева Г. Г. Условности машиностроительного черчения. Методическая разработка. Свердловский горный институт. – Свердловск, 1976.
8. Попова Г. Н., Алексеев С. Ю. Машиностроительное черчение. Справочник. – М.: Машиностроение, 1994.

Учебное издание

Белоносова Ирина Борисовна

Методическое пособие  
по курсу «Инженерная графика»  
по теме «Условности машиностроительного черчения»  
для студентов всех специальностей»  
«Изображение трубных резьбовых соединений»

4-е издание, стереотипное

Редактор *Л. Н. Авдеева*

Подписано в печать

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8. Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 1,3 Уч. - изд. л. 1,11. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Уральский государственный горный университет



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ


РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

**ОДОБРЕНО**

Методической комиссией  
Горно-технологического факультета

 Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.**

**БЛОК-ДИАГРАММА**

Методическое пособие

по теме «Условности машиностроительного черчения»  
для самостоятельной работы студентов  
всех специальностей и направлений»

## ВВЕДЕНИЕ

Эпюр выполняется на формате А1 (594× 841) в масштабе 1:1000 и включает в себя решение следующих задач:

- построение линии выхода пласта на поверхность;
- построение прямого разреза (вкрест простирания);
- построение вертикальных профилей АВ, ВС, СД, ДА, определяемых сторонами заданного плана;
- построение линии среза пласта по горизонту 92,5;
- построение блок-диаграммы (ячеечной), ограниченного вертикальными профилями АВ, ВС, CD, DA и плоскостью нулевого уровня в аксонометрии с линией выхода пласта на поверхность.

Исходные параметры всех вариантов сведены в таблицу №1 и задаются следующим образом:

1. Месторождение ограничено двумя параллельными плоскостями - плоскостью кровли пласта (верхняя плоскость) и плоскостью подошвы (нижняя плоскость). Плоскость кровли пласта задаётся точкой  $F(x,y,z)$ , азимутом падения  $\alpha$ , интервалом  $I$  (масштабом падения плоскости), параметры которых представлены в табл. 1.

2. Горизонтальная мощность  $H_r$  пласта нужна для построения плоскости, называемой подошвой, которая также задана в табл. 1.

3. Построение блок-диаграммы осуществляется в стандартной аксонометрической проекции, указанной ее номером. В конце таблицы для каждой стандартной аксонометрической проекции этот номер присвоен. Пример выполнения графической работы представлен на рис. 7.

## Построение линии выхода пласта на поверхность

Для нахождения линии пересечения плоскости с топографической поверхностью необходимо найти ряд общих точек, которые одновременно принадлежат плоскости и заданной поверхности. На плане топографическая поверхность задается изогипсами - плоскими линиями, параллельными горизонтальной плоскости проекций, каждая из которых имеет свою высотную отметку. Надо построить горизонтали плоскости кровли, имеющие такие же высотные отметки, что и изогипсы на плане.

Плоскость кровли задана точкой  $F$ , азимутом падения  $\alpha$  и интервалом  $I$  (см. табл.1). Построив плоскость кровли на плане (задав ее масштабом заложения), находим линию пересечения плоскости кровли с топографической поверхностью. Точки, принадлежащие линии пересечения, получаются в ре –

зультате пересечения соответствующих изогипс и горизонталей плоскости кровли, т. е. имеющих одинаковые высотные отметки, если таковые имеются в пределах плана (рис. 1).

Найденные общие точки соединяют плавной кривой, которая будет являться линией пересечения плоскости и топографической поверхности.

Полученная линия кровли пласта обводится красным цветом.

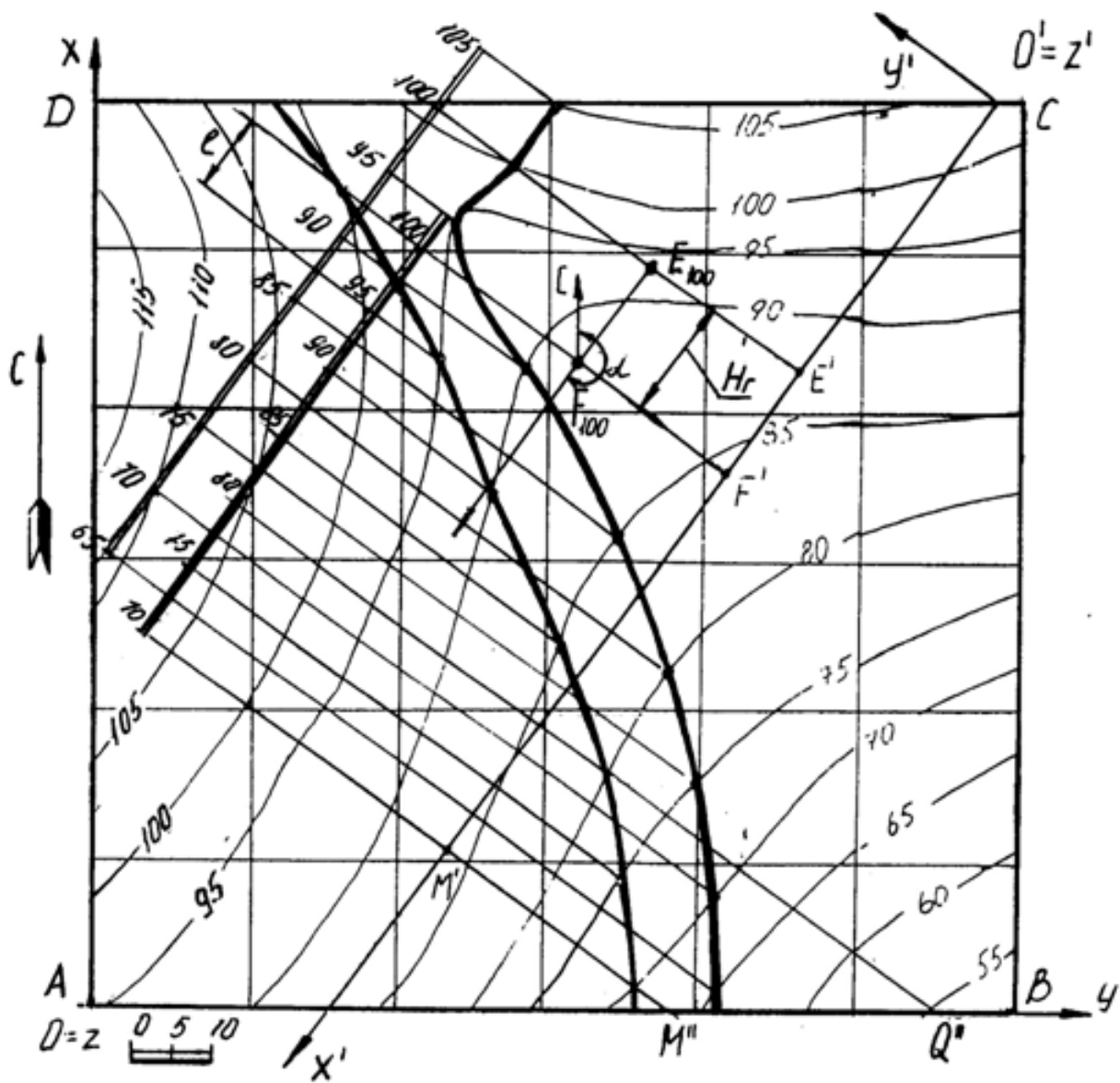


Рис 1

## Пересечение плоскости подошвы пласта и топографической поверхности

Плоскость кровли пласта и плоскость подошвы пласта - две параллельные плоскости. Следовательно, на чертеже горизонтали этих плоскостей будут соответственно параллельны, масштабы заложения равны, направления падения их совпадают.

Горизонтальная мощность пласта определяется расстоянием между плоскостями кровли и подошвы пласта, измеряемое в горизонтальном направлении и в нашем случае равно  $H_r$  (см. табл.1). Следовательно, отложив от точки **F** расстояние, равное  $H_r$  по направлению восстания плоскости пласта (т. к. плоскость подошвы ниже плоскости кровли), получим точку **E** с такой же высотной отметкой, как и у точки **F** (рис.1). Направление и масштаб заложения подошвы пласта будут такими же, как и у кровли пласта. Плоскость подошвы пласта определяется точкой **E**, азимутом падения  $\alpha$  и интервалом **I**.

Строят те горизонтали подошвы пласта, высотные отметки которых совпадают с высотными отметками изогипс. Находят общие точки, которые соединяют плавной кривой линией. Полученная линия подошвы пласта обводится синим цветом.

Полное построение линии выхода пласта на поверхность показано на рис.1.

### Построение прямого разреза (вкрест простирания)

На плане выбирают вертикальную плоскость, перпендикулярную к горизонталям пласта (в удобном месте, как показано на рис. 1). Полученный разрез называется прямым или вкрест простирания.

Разрез ограничивается нулевой плоскостью, топографической поверхностью и прямыми пересечения плоскости прямого разреза с ближайшими вертикальными плоскостями, ограниченными прямоугольником ABCD.

Для построения прямого разреза вводят декартову систему координат  $x'O'y'$  на плане, где ось  $O'x'$  совпадает с плоскостью разреза, ось  $O'y'$  перпендикулярна к оси  $O'x'$  (по часовой стрелке), ось  $z'$  проецируется в точку (рис. 1).

Вертикальный прямой разрез будет определяться осью  $O'x'$  и осью  $O'z'$ , где координата  $z'$  будет равна числовой отметке соответствующей изогипсы (рис. 2). Таким образом, получают построение вертикального прямого (вкрест простирания) разреза, на котором строят следы пласта.

Для построения следов пласта на разрезе вкрест простирания поступают так. По горизонтали переносят точку **F** на след плоскости вертикального

разреза – ось  $O'x'$  и любую из горизонталей (например, 70) – точки  $F'$  и  $M'$  (рис. 1). На профиле (рис. 2) через полученные точки  $F'$  и  $M'$  проводят перпендикуляры, на которых откладывают высотные отметки кровли пласта. Затем проводят прямую линию – след кровли пласта.

Подошва пласта отстоит от кровли пласта на расстоянии, равном горизонтальной мощности пласта и строится параллельно плоскости кровли (рис. 2 – профиль ограничен нижней плоскостью с отметкой 40).

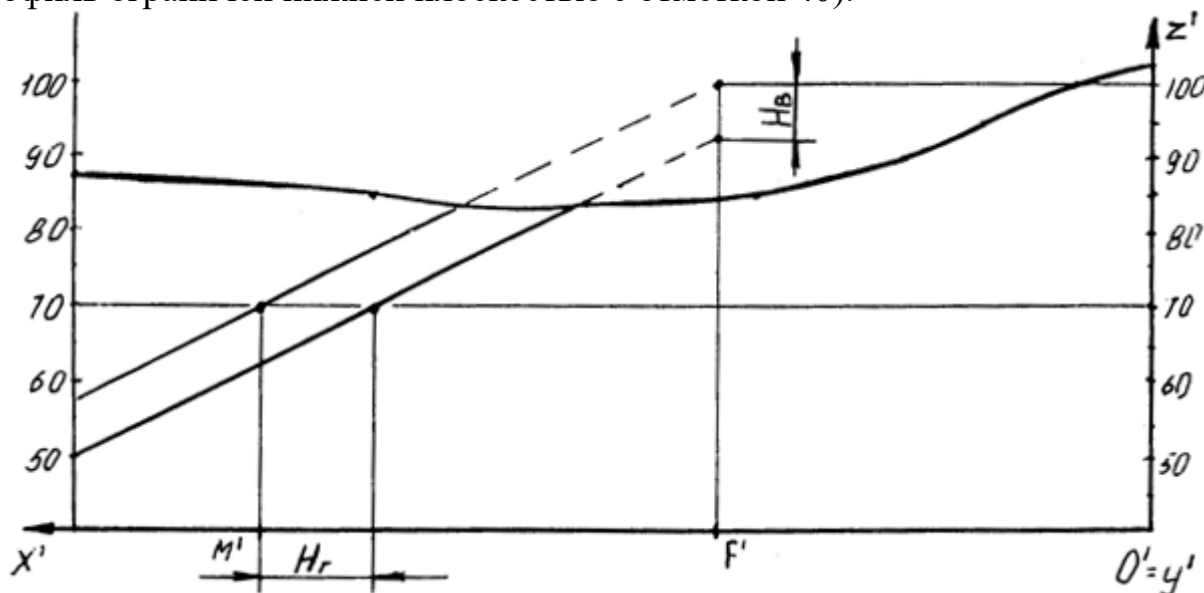


Рис. 2

Построение вертикальных профилей  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ,  $DA$  выполняется аналогично. Пример построения вертикального профиля  $AB$  показан на рис. 3. Для построения подошвы от прямой следа плоскости кровли пласта откладывают вертикальную мощность  $H_b$ , взятую с разреза вкрест простирания и проводят прямую, параллельную следу плоскости кровли.

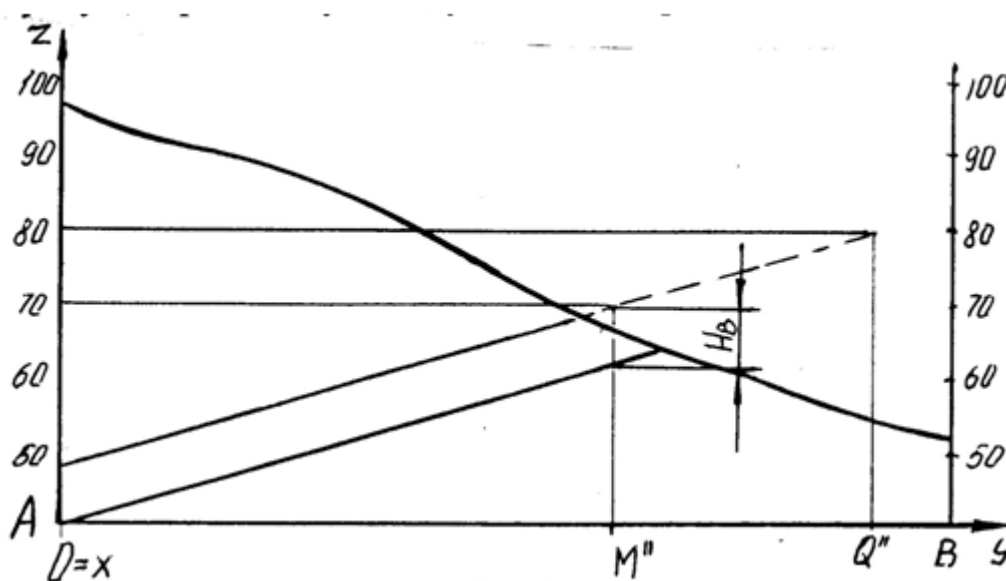


Рис. 3

## Нахождение высотной отметки точки, не лежащей на изогипсе

Для построения высотной отметки точки  $a$  (рис. 4), не лежащей на изогипсе, поступают следующим образом:

- через точку  $A$  проводят кратчайшую прямую  $I II$  между изогипсами 50 и 60;
- из точки пересечения с изогипсой 60 проводят прямую под произвольным углом, на которой откладывают отрезок, равный разности высотных отметок (т. е. 10) в заданном масштабе – точка  $II'$ ;
- соединяют полученную точку  $II'$  с точкой  $II$ , имеющей отметку 50 и с помощью подобных треугольников переносят точку  $A$  на прямую  $I II'$ , которую называют «высотной шкалой».

Таким образом точка  $A$  имеет высотную отметку 57.

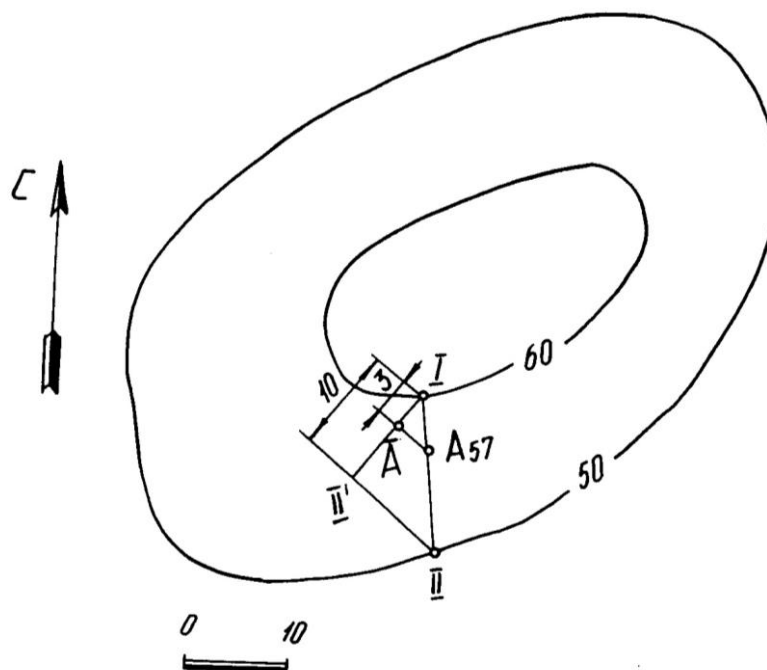
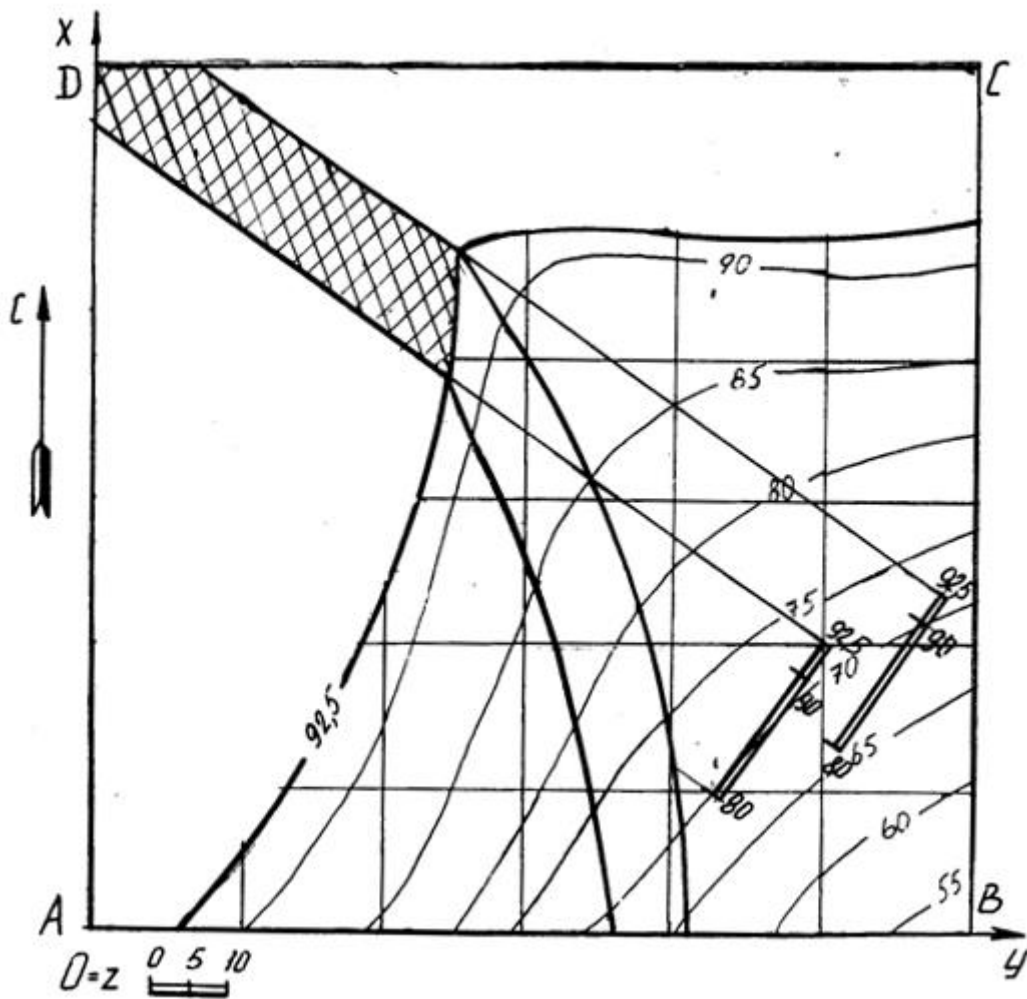


Рис. 4

## Построение плана среза по горизонту 92,5

Для построения плана среза воспользуемся умением находить высотные отметки точек, не лежащих на изогипсах, который был рассмотрен ранее.

Количество точек, необходимых для построения изогипсы 92,5, определяется самостоятельно в зависимости от конфигурации рядом лежащих изогипс. План среза по горизонту 92,5 показан на рис. 5.



**Построение блок диаграммы части месторождения, ограниченного вертикальными профилями АВ, ВС, CD, DA и плоскостью нулевого уровня в аксонометрии с линией выхода пласта на поверхность**

Блок диаграммой будем называть аксонометрическую проекцию части земной коры, ограниченную четырьмя вертикальными плоскостями, горизонтальной плоскостью (например, с отметкой ноль) и топографической поверхностью. Блок диаграмма строится ячеечная, т. е. заданный план разбивается на квадраты, размеры которых 250×250. Затем построения осуществляются по следующему алгоритму.

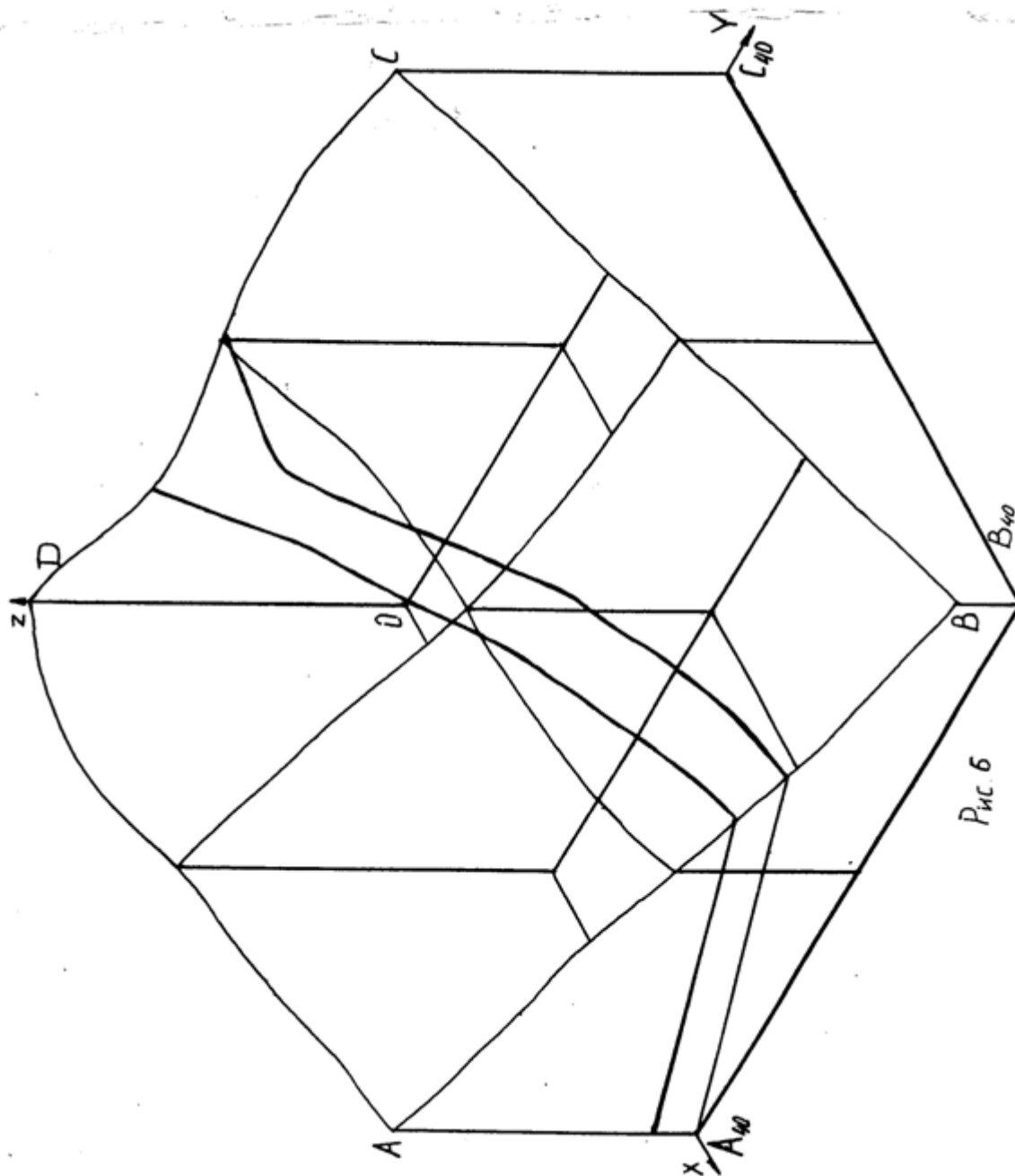
Алгоритм построения:

- на план наносим декартову систему координат, у которой ось X совпадает с AD, ось Y совпадает с DC, ось Z совпадает с точкой D;

- строим декартову систему координат в указанной аксонометрической проекции (прямоугольная изометрия, прямоугольная диметрия, косоугольная фронтальная диметрия, косоугольная горизонтальная изометрия - военная пер-

спектива, косоугольная фронтальная изометрия – кавальерная проекция) согласно ГОСТ 2.317 – 69;

- построение осуществляется по координатам тех точек, которые имеют точные высотные отметки, с учетом коэффициентов искажения по координатным осям. Пример построения показан на рис. 6.





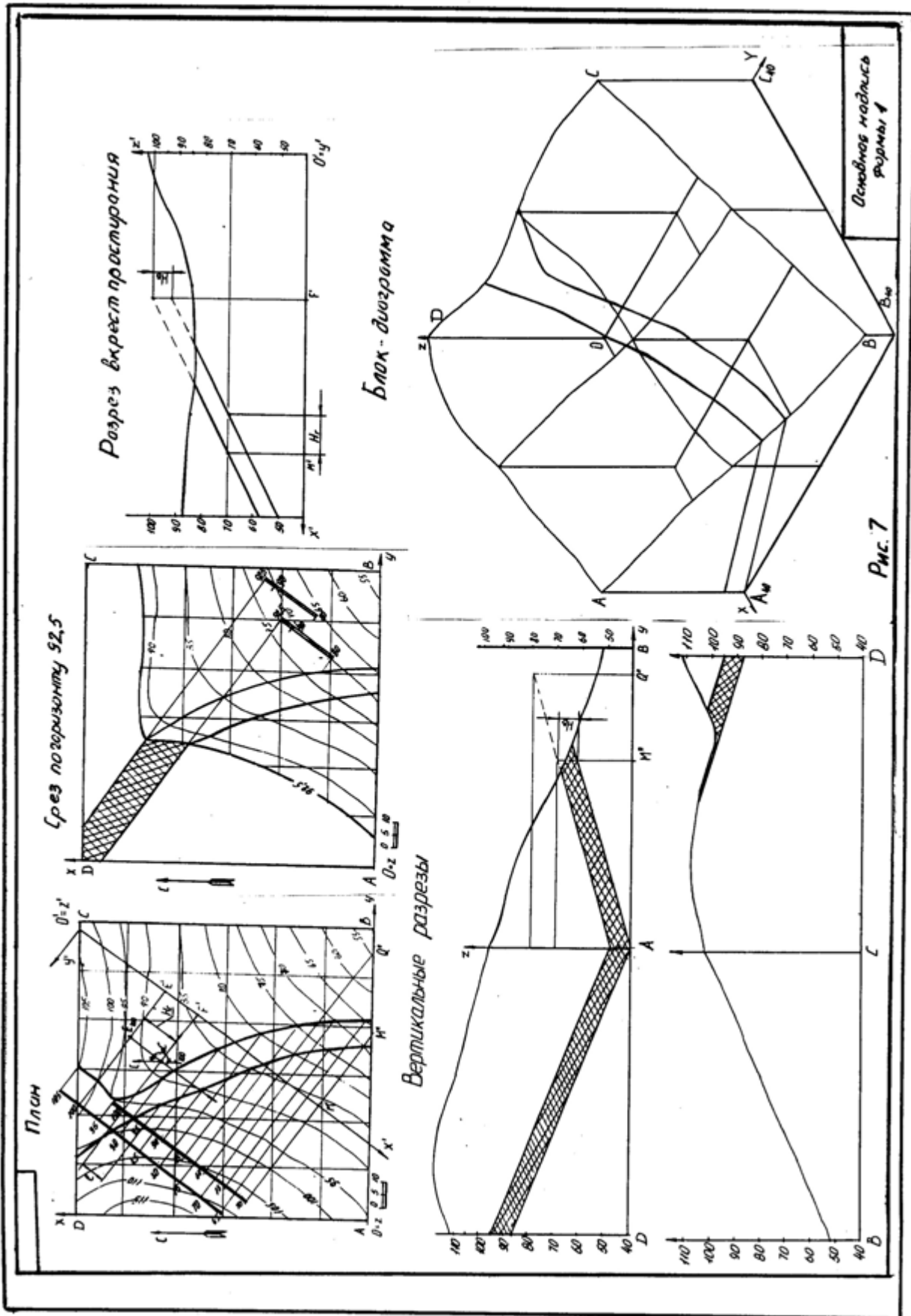


Рис. 7

Таблица 1

Номер варианта	Точка F			Азимут падения $\alpha^\circ$	Интервал плоскости кровли I, мм	Горизон- тальная мощность $H_r$ , мм	Вид аксономет- рии
	x	y	z				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	46	10	120	210	20	180	1
2	20	85	110	170	20	75	2
3	67	40	100	210	20	30	3
4	78	25	120	190	20	50	4
5	98	110	105	80	20	30	5
6	40	135	105	30	20	15	1
7	60	60	85	225	20	45	2
8	38	105	100	135	14	17	3
9	46	10	120	210	20	155	4
10	20	85	110	170	20	95	5
11	67	40	100	210	20	100	1
12	78	25	120	190	20	85	2
13	98	100	105	80	20	15	3
14	40	135	105	30	20	45	4
15	60	60	85	225	20	65	5
16	38	105	100	135	14	31	1
17	55	40	95	190	20	70	2
18	46	10	120	210	20	135	3
19	20	85	110	170	20	110	4
20	67	40	100	210	20	125	5
21	78	25	120	190	20	105	1
22	135	20	120	260	20	135	2
23	20	110	115	30	20	30	3
24	98	35	80	225	20	45	4
25	38	105	100	135	14	60	5
26	46	10	120	210	20	115	1
27	115	135	130	170	20	20	2
28	27	42	100	210	20	75	3
29	115	135	130	170	20	50	4
30	97	95	115	210	20	70	5
31	135	20	120	260	20	145	1
32	58	177	80	135	14	31	2
33	27	42	100	210	20	95	3
34	115	135	130	170	20	65	4
35	97	95	115	210	20	95	5

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
36	58	177	80	135	14	42	1
37	27	42	100	210	20	115	2
38	98	35	80	225	20	25	3
39	58	177	80	135	14	68	4
40	27	42	100	210	20	140	5

1 - прямоугольная изометрия (изометрия)

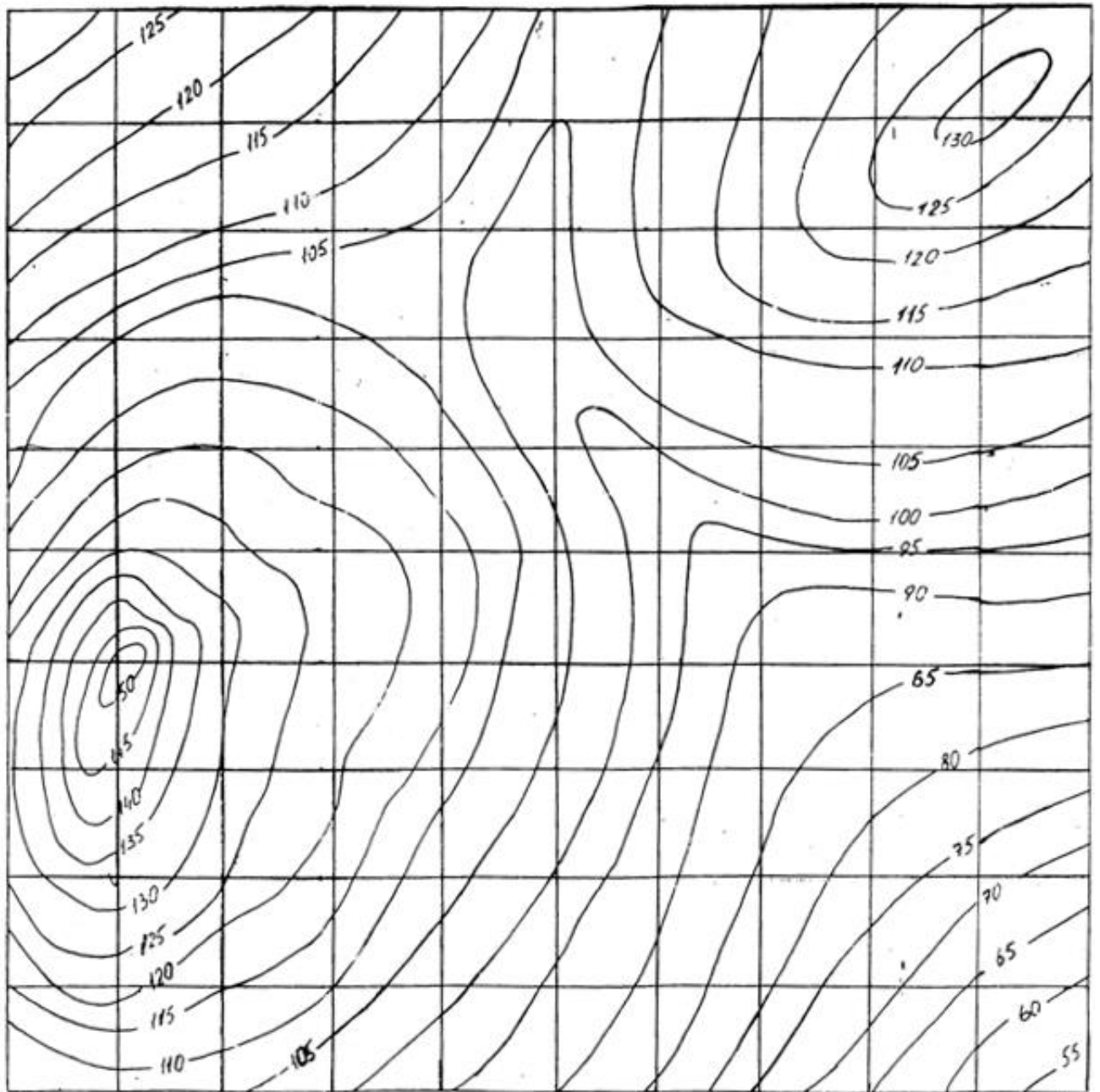
2 - прямоугольная диметрия (диметрия)

3 – косоугольная фронтальная диметрия (кабинетная проекция)

4 - косоугольная фронтальная изометрия (кавалерная проекция)

5 - косоугольная горизонтальная изометрия (военная перспектива)

# ПЛАН ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ



## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич В. Н., Шангина Е. И. Начертательная геометрия в проекциях с числовыми отметками: Учебное пособие.- Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1999. – 152 с.
2. Горная графическая документация. – Издание стандартов, 1983. – 200 с.
3. Ломоносов Г. Г. Инженерная графика. – М.: Недра, 1984. – 287 с.
4. Русскевич Н. Л. Начертательная геометрия. – Киев: «Вища школа», 1978. – 312 с.
5. Тарасов Б. Ф. Методы изображения в транспортном строительстве. – Ленинград: Стройиздат, 1987. – 248 с.

Бабич Владимир Николаевич  
Шангина Елена Игоревна

Методическое пособие  
по выполнению индивидуальной графической  
работы «Блок-диаграмма» по дисциплине  
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»  
для студентов направления 553200 –  
«Геология и разведка полезных ископаемых»

2-е издание, стереотипное

Корректурa кафедры инженерной графики

Подписано в печать 17.10.2003 г.

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8

Печ. л. 0,9 Уч. - изд. 0,83. Тираж 100 экз. Заказ №128

Лаборатория педагогики

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Уральская государственная горно-геологическая академия

Лаборатория множительной техники

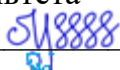
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

**ОДОБРЕНО**

Методической комиссией  
Горно-технологического фа-  
культета

 Н. В. Колчина

Е. И. Шангина

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.**

**ЭПЮР №1**

Методическое пособие

по теме «Условности машиностроительного черчения»  
для самостоятельной работы студентов  
всех специальностей и направлений»

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ .....	5
2. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЭПЮРА.....	5
3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭПЮРА .....	7
4. ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	15
5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	16



## ВВЕДЕНИЕ

Методическое пособие «Эпюр № 1» выполнено на основе учебного пособия А. И. Образцова, изданного в 1953 году.

Данное пособие предназначено для оказания помощи студентам при выполнении графической работы «Эпюр №1» по курсу «Начертательная геометрия».

Цель работы - научиться строить линию пересечения заданных плоских фигур, определять видимость этих фигур на проекциях.

Графическая работа «Эпюр №1» является первым самостоятельным заданием студента по дисциплине «Начертательная геометрия». Для выполнения этой работы студент должен изучить следующие разделы начертательной геометрии: «Точка и прямая», «Плоскость», «Взаимное положение прямой и плоскости», «Взаимное положение двух плоскостей».

### 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Графическая работа «Эпюр №1» выполняется в масштабе 1:1 на формате А3 (297×420 мм). В правом нижнем углу формата А3 студент выполняет основную надпись – форма 1 по ГОСТ 2.104-68. Пример заполнения основной надписи приведен в Приложении I. В левом верхнем углу формата выполняется дополнительная графа 26 (14×70 мм). Пример выполнения графической работы дан в Приложении I.

В соответствии с ГОСТ 2.303-68 задание выполняется следующими типами линий:

- линии видимого контура толщиной  $S$ , равной  $0,6 \div 0,8$  мм;
- линии построения – сплошные тонкие, толщиной от  $\frac{S}{3}$  до  $\frac{S}{2}$ ;
- линии невидимого контура – штриховые, толщиной от  $\frac{S}{3}$  до  $\frac{S}{2}$ ;
- следы вспомогательных плоскостей-посредников изображаются разомкнутыми линиями, длиной 8-10 мм, толщиной от  $1,5 S$  до  $2S$ .

### 2. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЭПЮРА

Вариант задания включает в себя три различные геометрические плоские фигуры:

- фигура № 1 задана координатами трех точек, фигура № 2 (многоугольник) полностью задана координатами трех точек и оставшимися точками, у которых одна из координат заменяется условием их принадлежности к плоской фигуре № 2;

- фигура № 3 занимает проецирующее положение (фронтально-проецирующее или горизонтально-проецирующее) и задается очерком в виде кольца, серпа, круга или его части.

Выполнение эюра состоит из графического решения нескольких задач:

- 1) достроить недостающую проекцию многоугольника;
- 2) построить проекции линии пересечения треугольника  $ABC$  и многоугольника;
- 3) построить проекции линии пересечения: треугольника с плоскостью частного положения; многоугольника с плоскостью частного положения;
- 4) определить видимость элементов фигур на чертеже, считая фигуры непрозрачными.

Исходные данные заданы численными значениями координат и сведены в таблицу.

### 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЩЮРА

Для выполнения графической работы студенту необходимо решить ряд задач.

*Задача 1.* Построение исходного чертежа многоугольника (рис. 1).

Горизонтальная проекция многоугольника  $ABCDE$  задана полностью, а фронтальная проекция только тремя проекциями точек  $A''B''E''$ . Необходимо достроить фронтальную проекцию точек  $C, D$ . При построении недостающей проекции заданного многоугольника необходимо соблюдать условие принадлежности точек данной фигуры к плоскости. Чтобы точки  $C, D$  лежали в плоскости, определенной тремя точками  $A, B$  и  $E$ , необходимо, чтобы они находились на прямых, лежащих в этой плоскости. Этими прямыми являются диагонали  $AC, AD$  и  $BE$ , горизонтальные проекции которых можно построить (рис. 1а).

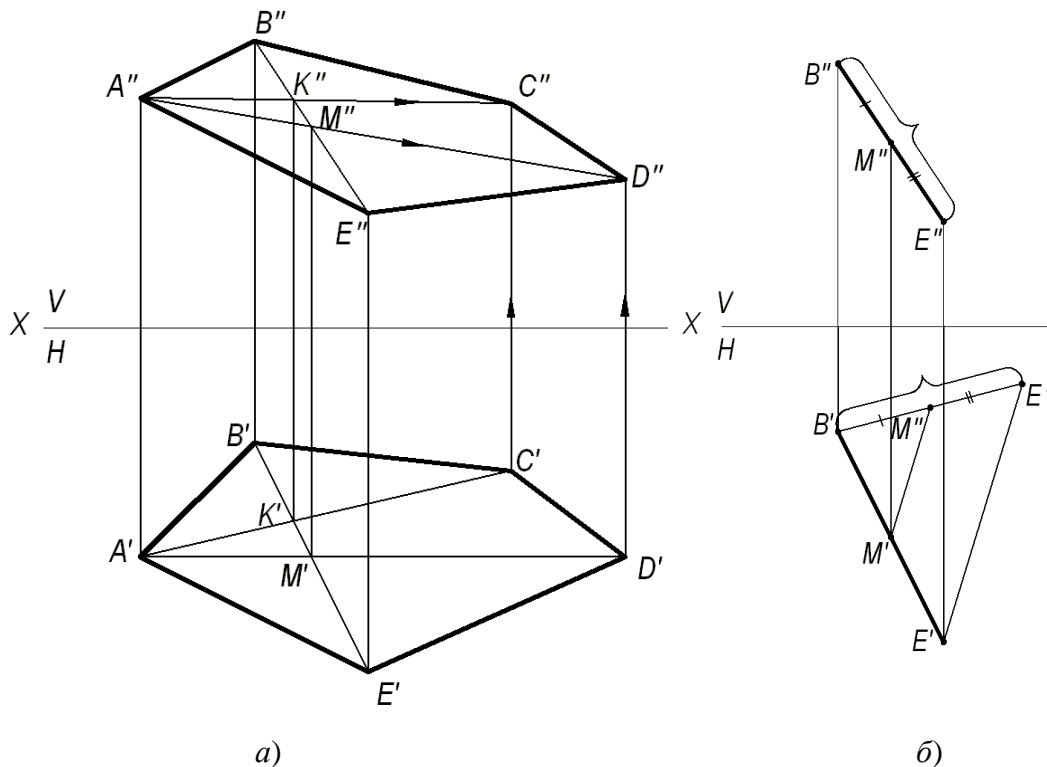


Рис. 1. Построение исходного чертежа многоугольника:

а- построение недостающих проекций вершин многоугольника; б- пропорциональное деление отрезка  $BE$

На фронтальной проекции пятиугольника проводят проекцию диагонали  $B''E''$ . В плоскости пятиугольника лежат точки пересечения диагоналей  $K$  и  $M$ , горизонтальные проекции которых  $K'$  и  $M'$  имеются, а фронтальные проекции получают в результате пересечения линий проекционной связи, проведенных из  $K'$  и  $M'$ , с диагональю  $B''E''$ . По двум точкам строятся фронтальные проекции других двух диагоналей  $A''K''$  и  $A''M''$ , на них должны лежать проекции точек  $C''$  и  $D''$ , которые определяются по их горизонтальным проекциям.

В случае, если линия совпадает по направлению с линией проекционной связи или круто наклонена к оси проекций, то недостающая проекция точки строится из условия пропорционального деления отрезка: если точка делит отрезок на пропорциональные части, то проекция этой точки делит проекции этого отрезка в том же отношении. На рис. 1б нужно построить горизонтальную проекцию точки  $M'$ . Из проекции точки  $B'$  проводят линию под углом меньше  $90^\circ$  к  $B'E'$  и на ней от проекции точки  $B'$  откладывают отрезки равные  $B''M''$  и  $B''E''$ . Соединяют  $E'$  и  $E''$  и параллельно этому направлению проводят от  $M''$  линию до пересечения с  $B'E'$ . Получают искомую горизонтальную проекцию  $M'$ .

**Задача 2.** Построить точку пересечения прямой  $MN$  с плоскостью треугольника  $ABC$ .

Если прямая линия не параллельна плоскости, то она пересекает эту плоскость в действительной точке (см. рис. 2).

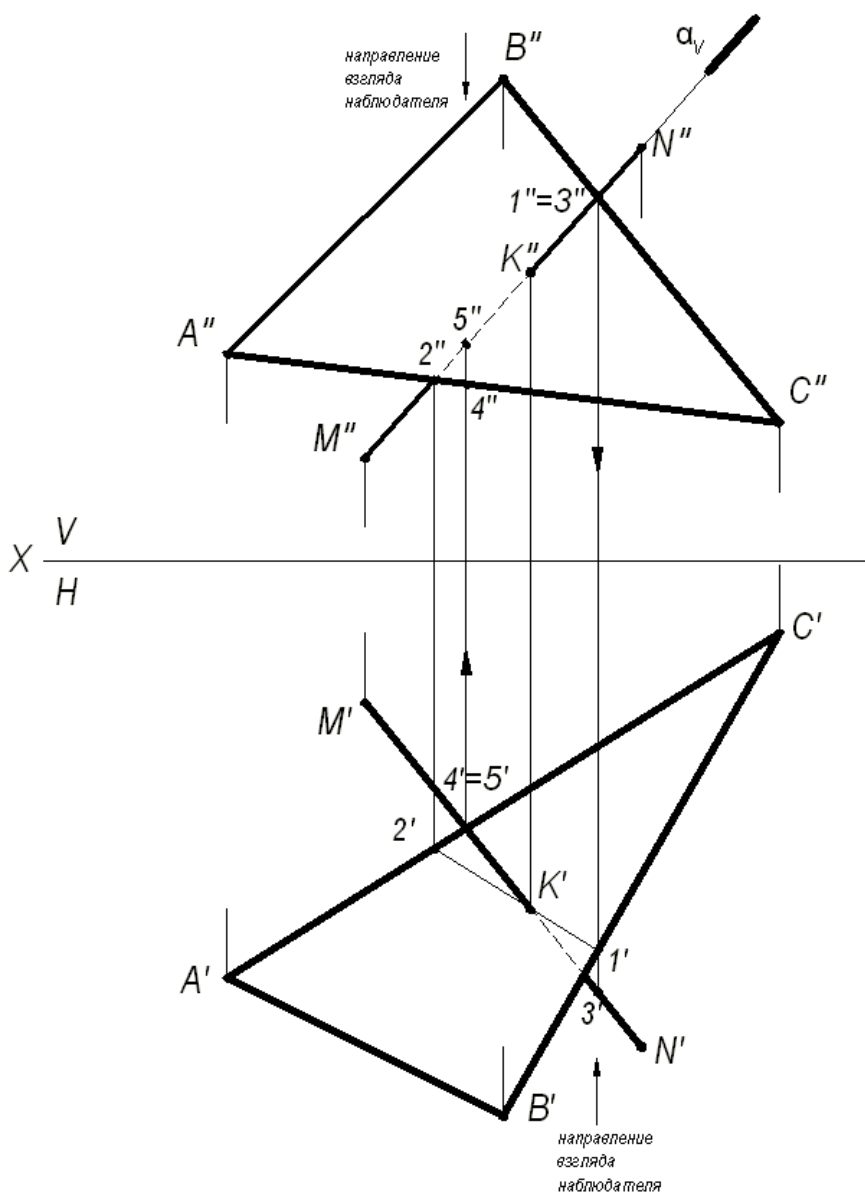


Рис. 2. Построение точки пересечения прямой с плоскостью

Алгоритм решения задачи:

1) Через заданную прямую  $MN$  проводим вспомогательную плоскость-посредник  $\alpha$ , перпендикулярную фронтальной плоскости проекций. Следовательно, на фронтальной плоскости проекций  $V$  все точки плоскости-посредника  $\alpha$  будут проецироваться в прямую линию, совпадающую с фронтальной проекцией прямой  $M''N''$ .

2) Находим линию пересечения вспомогательной плоскости-посредника  $\alpha$  с заданной плоскостью треугольника  $ABC$ . На чертеже линия (1,2).

3) Находим искомую точку пересечения  $K$  прямой  $MN$  с плоскостью треугольника  $ABC$ . Она определяется как пересечение искомой прямой с найденной линией пересечения вспомогательной плоскости-посредника с плоскостью треугольника  $ABC$ .

### Определение видимости на чертеже.

В начертательной геометрии плоскости считаются непрозрачными, поэтому необходимо на проекциях определить видимость.

Для определения видимости на чертеже используем метод конкурирующих точек, сущность которого заключается в выборе двух скрещивающихся прямых.

Для определения видимости на фронтальной плоскости проекций  $V$  поступают так. Выбираем две скрещивающиеся прямые  $B''C''$  и  $M''N''$ , фронтальные проекции которых пересекаются в точках 1 и 3. По горизонтальной проекции определяем, что проекция точки 3', лежащая на проекции прямой  $M''N''$ , будет закрывать проекцию точки 1', лежащую на проекции прямой  $B''C''$ , т. к. она будет ближе к наблюдателю. На чертеже направление взгляда наблюдателя показано стрелкой. Следовательно, на фронтальной плоскости проекций проекция  $M''N''$  будет закрывать проекцию  $B''C''$ . Границей видимости является проекция точки пересечения  $K''$ .

Для определения видимости на горизонтальной плоскости проекций  $H$  выбираем две скрещивающиеся прямые  $A'C'$  и  $M'N'$ , горизонтальные проекции которых пересекаются в точках 4' и 5'. По фронтальной проекции определяем, что проекция точки 5'', лежащая на проекции прямой  $M''N''$ , будет закрывать проекцию точки 4'', лежащую на проекции прямой  $A''C''$ , т. к. она будет ближе к наблюдателю. На чертеже направление взгляда наблюдателя показано стрелкой. Следовательно, на горизонтальной плоскости проекций проекция  $M'N'$  будет закрывать проекцию  $A'C'$ . Границей видимости является проекция точки пересечения  $K'$ .

**Задача 3.** Построение линии пересечения двух плоскостей, одна из которых занимает частное положение.

Даны две плоскости: плоскость  $\Delta ABC$  – плоскость общего положения, плоскость  $\Delta DEK$  – плоскость частного положения, которая расположена перпендикулярно фронтальной плоскости проекций (рис. 3).

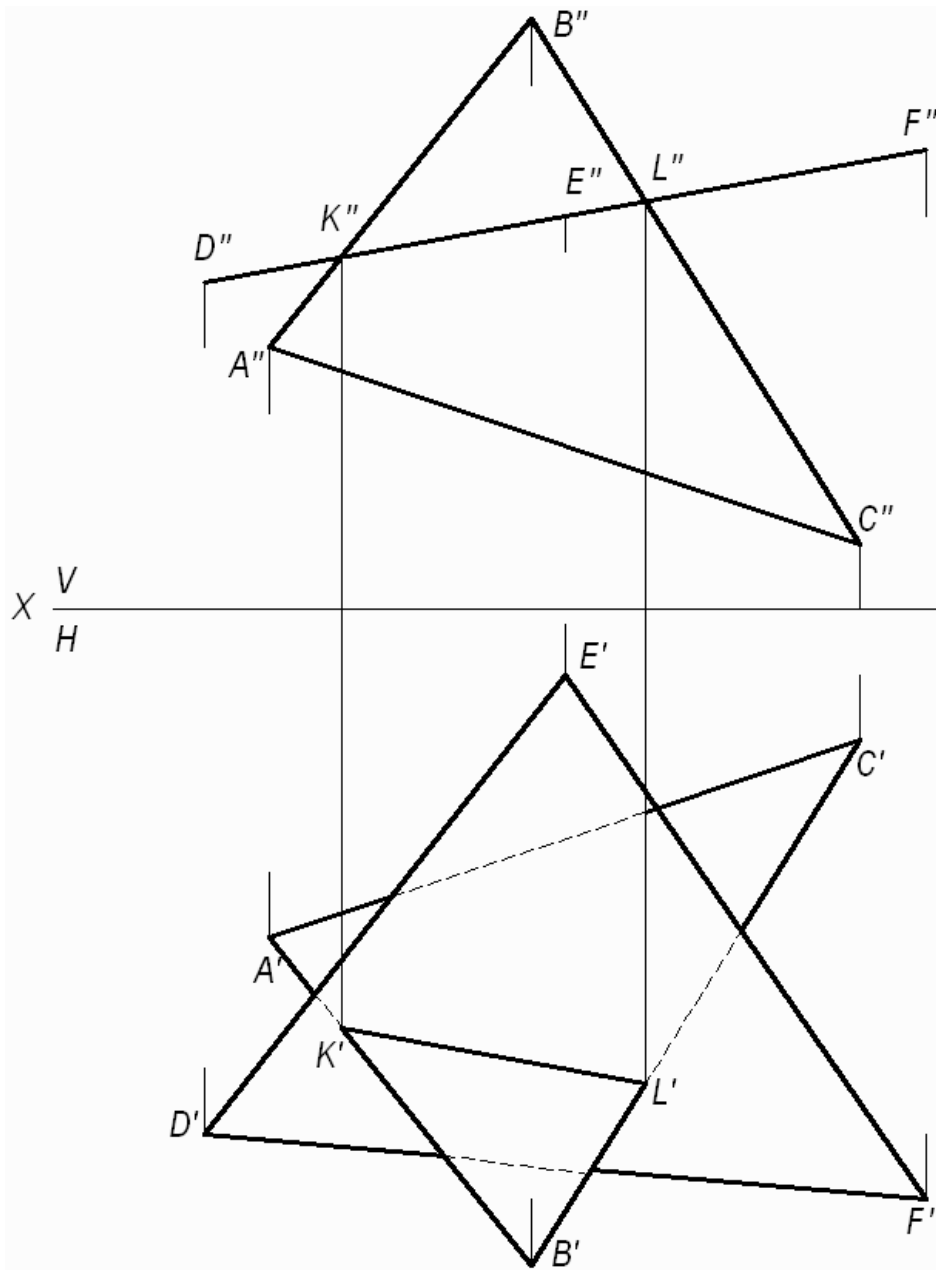


Рис. 3. Построение линии пересечения двух плоскостей, одна из которых занимает частное положение

Фронтальная проекция  $\triangle DEK$  совпадает с фронтальным следом плоскости и фронтальной проекцией линии пересечения треугольников.

$(KL)$  - линия пересечения двух треугольников. Проекции этой линии пересечения – фронтальную и горизонтальную строят исходя из свойства принадлежности точек  $K$  и  $L$  сторонам  $(AB)$  и  $(BC)$ , соответственно. Видимость треугольников на горизонтальной плоскости проекций определяем методом конкурирующих точек, рассмотренном в задаче 2.

**Задача 4.** Построение линии пересечения двух плоскостей общего положения.

Даны две плоскости общего положения, заданные треугольниками  $ABC$  и  $DEK$ . Построить линию пересечения двух треугольников, определить видимость треугольников на проекциях.

Прямая линия, получаемая при взаимном пересечении двух плоскостей, определяется двумя точками, каждая из которых одновременно принадлежит обеим плоскостям. Общие точки определяются решением основной позиционной задачи начертательной геометрии – построение точки пересечения прямой с плоскостью (см. рис. 2).

Для решения данной задачи проводят вспомогательные плоскости-посредники частного положения (проецирующие плоскости). Решение задачи приведено на рис. 4.

Алгоритм решения задачи:

1. Определяют первую точку линии пересечения двух треугольников – точку  $M$ .

1.1. Фронтально-проецирующая плоскость  $\alpha$  проведена через сторону  $DK$  и задана на чертеже фронтальным следом  $\alpha_v$ .

1.2. Плоскость  $\alpha$  пересекает плоскость треугольника  $ABC$  по прямой (1,2), на чертеже строят две проекции этой прямой.

1.3. Прямая (1,2) пересекает сторону  $DK$  в точке  $M$ , строят две проекции точки  $M''$  и  $M'$ .

2. Определяют вторую точку искомой линии пересечения двух треугольников – точку  $N$ .

2.1. Горизонтально-проецирующая плоскость  $\beta$  проведена через сторону  $AB$  и задана на чертеже горизонтальным следом  $\beta_H$ .

2.2. Плоскость  $\beta$  пересекает плоскость треугольника  $DEK$  по прямой (3,4), на чертеже строят две проекции этой прямой.

2.3. Прямая (3,4) пересекает  $AB$  в точке  $N$ , строят две проекции точки  $N''$  и  $N'$ .

Плоскости треугольников  $ABC$  и  $DEK$  пересекаются по прямой  $MN$ .

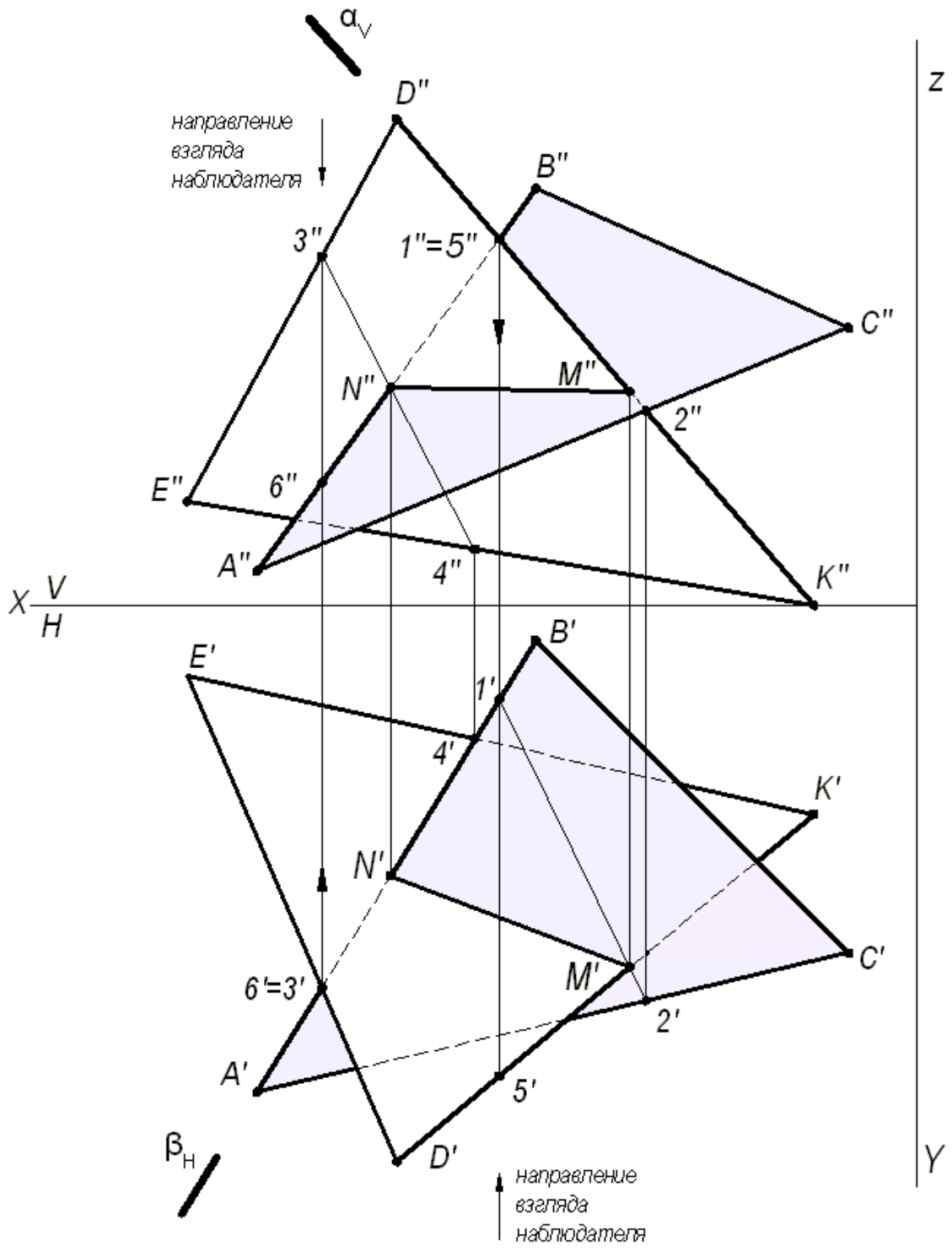


Рис. 4. Построение линии пересечения двух треугольников

3. Видимость плоских фигур на проекциях определяют методом конкурирующих точек.

Для определения видимости на фронтальной плоскости проекций  $V$  выбираем две скрещивающиеся прямые  $D''K''$  и  $A''B''$ , фронтальные проекции которых пересекаются в точках  $1''$  и  $5''$ . По горизонтальной проекции определяем, что проекция точки  $5'$ , лежащая на проекции прямой  $D'E'$ , будет закрывать про-



екцию точки  $1'$ , лежащую на проекции прямой  $A'B'$ , т. к. она будет ближе к наблюдателю. Следовательно, на фронтальной плоскости проекция  $D''K''$  будет закрывать проекцию  $A''B''$ . Границей видимости является проекция линии пересечения  $M''N''$ .

Для определения видимости на горизонтальной плоскости проекций  $H$  выбираем две скрещивающиеся прямые  $A'B'$  и  $D'E'$ , горизонтальные проекции которых пересекаются в точках  $3'$  и  $6'$ . По фронтальной проекции определяем, что проекция точки  $3''$ , лежащая на проекции прямой  $D''E''$ , будет закрывать проекцию точки  $6''$ , лежащую на проекции прямой  $A''B''$ , т.к. она будет ближе к наблюдателю. Следовательно, на горизонтальной плоскости проекция  $D'E'$  будет закрывать проекцию  $A'B'$ . Границей видимости является проекция линии пересечения  $N'M'$ .

*Задача 5.* Построить две проекции линии пересечения плоскости  $\alpha$  - общего положения, заданной следами и плоскости  $\beta$  - общего положения, заданной параллельными прямыми  $a$  и  $b$ .

Для решения данной задачи проводят вспомогательные плоскости-посредники частного положения (плоскости уровня), пересекающие заданные плоскости по прямым, недостающие проекции которых легко строятся и пересекаются в пределах чертежа.

Графическое решение задачи приведено на рис. 5.

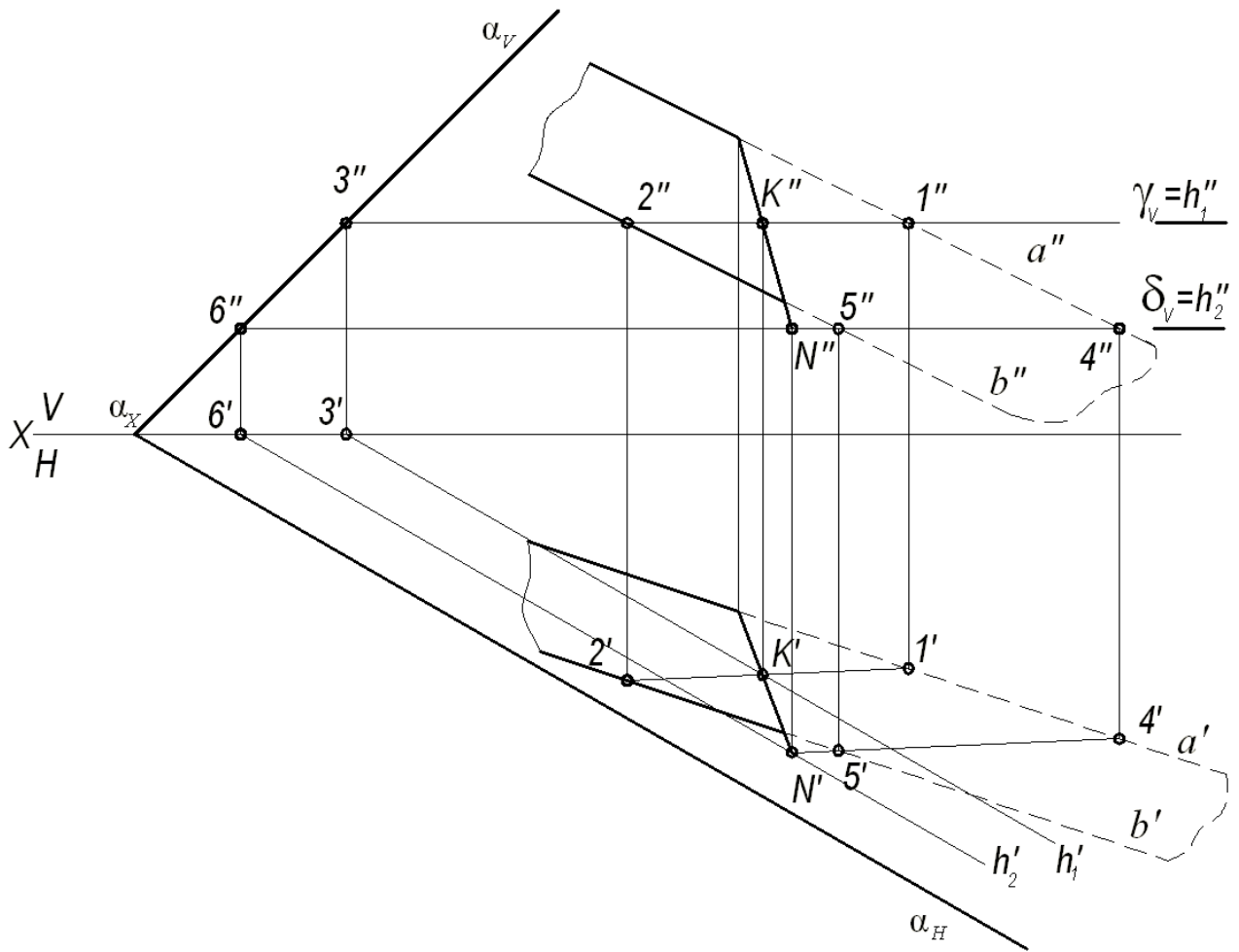
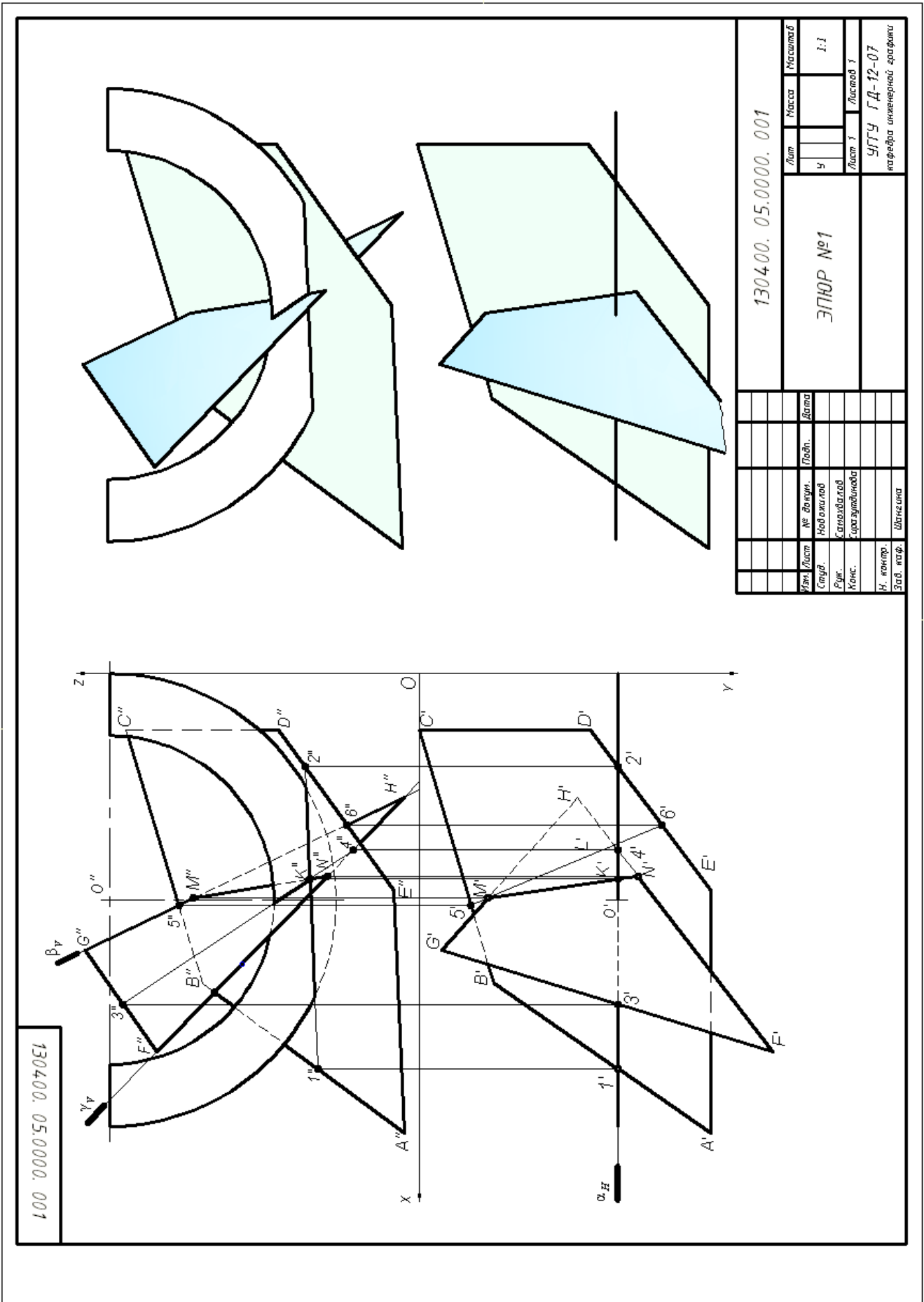


Рис. 5. Построение линии пересечения двух плоскостей

Вспомогательная горизонтальная плоскость-посредник  $\gamma$  задана следом  $\gamma_V$  и пересекает плоскость  $\alpha$  по горизонтали, проходящей через точку 3, а плоскость  $\beta$  по горизонтали (1, 2). Горизонтальные проекции этих горизонталей пересекаются в точке  $K$ . Строят фронтальную проекцию точки  $K$ , используя свойство принадлежности точки прямой линии. Точка  $K$  принадлежит обеим плоскостям  $\alpha$  и  $\beta$ . Вторая точка  $N$ , общая для двух плоскостей  $\alpha$  и  $\beta$ , определяется второй вспомогательной плоскостью-посредником частного положения  $\delta$  (на чертеже задана следом  $\delta_V$ ). Искомая прямая ( $KN$ ) является линией пересечения двух плоскостей  $\alpha$  и  $\beta$ .

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии. Учеб. пособие. М.: Высшая школа. 2007. 272 с.
2. Самохвалов Ю. И. Начертательная геометрия. Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2011. 121 с.
3. Самохвалов Ю. И., Шангина Е. И. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Учебно-методическое пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2011. 96 с.



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный  
университет»**

**Т. Е. Савина**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ  
РАБОТЫ «СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА  
СРЕДСТВАМИ AUTOCAD»**

по дисциплинам:

«Инженерная и компьютерная графика»,  
«Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика»

Екатеринбург – 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»

**ОДОБРЕНО**

Методической комиссией  
горно-технологического  
факультета

«\_\_»\_\_\_\_\_ 2017 г.

Председатель комиссии

\_\_\_\_\_ Кокарев К. В.

**Т. Е. Савина**

*Методическое пособие  
по выполнению практической работы  
«Создание проекционного чертежа средствами  
AutoCAD»*

*по дисциплинам:*

*«Инженерная и компьютерная графика»,  
«Начертательная геометрия. Инженерная и  
компьютерная графика»*

Ш20

Рецензент: *Е. И. Шангина*, д-р пед. н., к.т.н., профессор кафедры ИГр УГГУ.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры инженерной графики 07.09.2017 г. (протокол № 1) и рекомендованы для издания в УГГУ

**Савина Т. Е.**

Ш20 Методическое пособие по выполнению практической работы «СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD» курсу «Компьютерная графика» для студентов всех специальностей /Т. Е. Савина. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 31 с.

В методическом пособии изложена последовательность и порядок построения проекционного чертежа в системе AutoCAD. Варианты индивидуальных заданий приведены в приложении. Дан пример выполнения графической работы.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	3
1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ.....	4
2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ.....	6
3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ 2D ЧЕРТЕЖА.....	8
4. ПРИЛОЖЕНИЕ.....	19
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	32



# СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD

## Цель задания:

-закрепление навыков работы с командами построения и редактирования системы AutoCAD в процессе выполнения чертежа, оформленного в соответствии с требованиями стандартов Единой Системы Конструкторской Документации (ЕСКД).

Задание содержит 12 вариантов, приведённых в приложении.

По двум заданным изображениям детали построить проекционный чертеж в трех проекциях, на месте соответствующих видов выполнить необходимые разрезы (ГОСТ 2.305-68). Выполнить компоновку чертежа на формате А3 (ГОСТ 2.301-68), с основной надписью формы 1 (ГОСТ 2.104-68).

## 1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

При выполнении задания необходимо опираться на ГОСТ 2.305-68, 2.307-68, знать интерфейс, основные понятия и принципы работы в системе AutoCAD.

Используя проекционную связь между данными в варианте изображениями, выявить геометрические формы элементов детали, с четким разграничением внутренних и наружных поверхностей. В задании внутренний контур показан штриховыми линиями, для его выявления необходимо использовать разрезы и сечения. Разрезы располагать на месте соответствующих видов. При наличии плоскости симметрии, совмещать половину вида с половиной разреза на одном изображении. После выполнения разрезов штриховые линии на видах не показывают.

Изображения на чертеже располагать равномерно, расстояния между ними выбирать с учетом простановки размеров в соответствии с ГОСТ 2.307-68. При простановке размеров необходимо помнить:

1.Размеры указывают истинные, независимо от масштаба, в котором выполнен чертеж.

2.Линейные размеры проставляют в миллиметрах, без указания размерности, угловые – с единицами измерения (градусы, минуты, секунды).

3.В машиностроительном черчении не допускается замкнутая размерная цепочка.

4.Минимальное расстояние между размерной линией и линией контура – 10 мм, между последующими размерными линиями – 7 мм. Чтобы размерные линии не пересекались сначала (ближе к контуру) ставят меньшие размеры.

5.Если изображения состоят из половины вида и половины разреза, то размерные линии обрывают за осью симметрии, при этом размерное число ставят полным и ближе к середине.

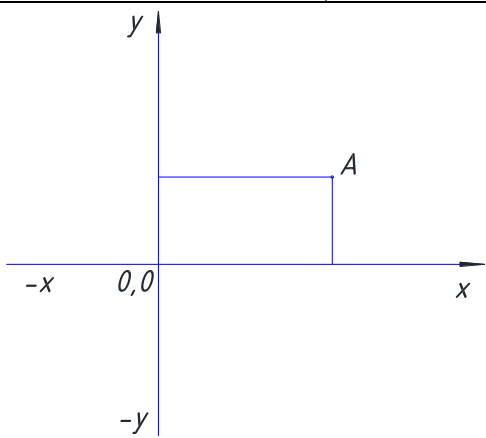
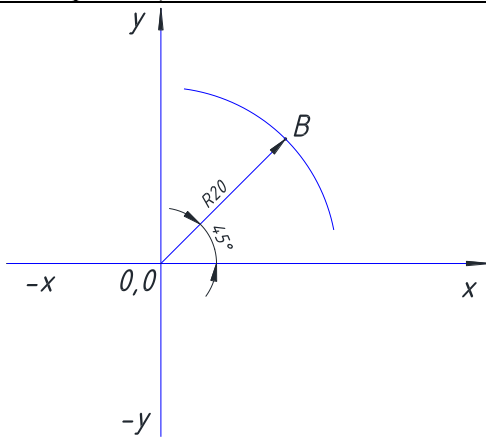
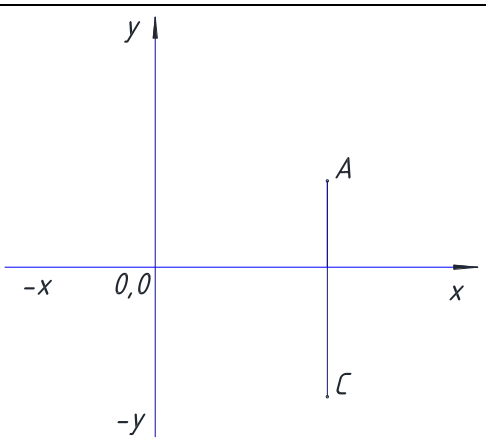
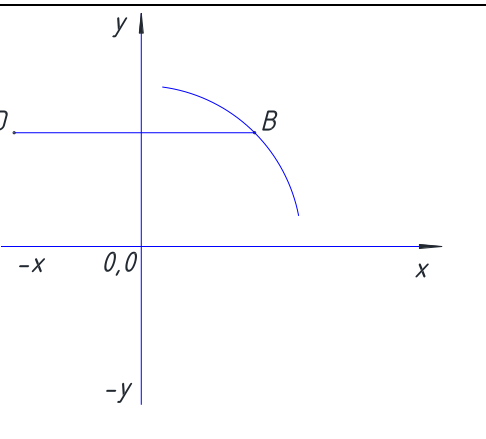
6. Размеры, относящиеся к наружным и внутренним поверхностям, группируют отдельно: наружные – со стороны вида, внутренние – со стороны разреза.

7.Размеры относящиеся к одному и тому же элементу (отверстию, пазу и т.п.), располагают в одном месте того изображения, где наиболее полно читается его форма.

## 2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ


- Все изображения строятся в пространстве модели, в масштабе 1:1.
- Фрагменты чертежа: осевые и центровые линии, вспомогательные построения, чистовая обводка, размерные линии и т.д. принято размещать на разных слоях. Послойная грамотная организация чертежа позволяет сократить время по его разработке.
- Точность геометрических построений обеспечивается способами задания точки:


### 1. Координатный (ввод с командной строки)


Прямоугольные координаты	Полярные координаты
<b>Абсолютные</b> (отсчет от начала системы координат)	
 <p style="text-align: center;">x, y т.А: 20,10</p>	 <p style="text-align: center;"><math>R &lt; \varphi</math> т.В: 20&lt;45</p>
Если в строке состояния включен режим <b>ДИН</b> (динамический ввод), то перед абсолютными координатами необходимо указывать символ #	
<b>Относительные</b> (отсчет от последней введенной точки, первую точку задать НЕЛЬЗЯ)	
 <p style="text-align: center;">@x,y т.С: @0,-25</p>	 <p style="text-align: center;">@R&lt; phi т.Д: @30&lt;180</p>

## 2. Применение режимов рисования таких, как **СЕТКА** и **ШАГ**, **ОРТО** или **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ**, **ОБЪЕКТНЫЕ ПРИВЯЗКИ**.


Соответствующие кнопки находятся на строке состояния.

Кнопка  режима **СЕТКА (F7)** позволяет включать или выключать отображаемую на экране сетку из линий с настраиваемым шагом. Эта видимая сетка может не совпадать с невидимой сеткой, используемой в режиме **ШАГ**.

Кнопка  режима **ШАГ (F9)** дает возможность включать или выключать шаговую привязку к точкам невидимой сетки с определенным настраиваемым шагом (перемещение курсора тогда осуществляется не непрерывно, а только по узлам этой сетки) или полярную привязку (в этом случае, при включении **ПОЛЯРНОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ**, движение курсора вблизи заданных углов осуществляется с заданными направлением и шагом).

Кнопка  режима **ОРТО (F8)** включает и выключает режим ортогональности (курсор перемещается вертикально и горизонтально).

Кнопка  режима **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ (F10)** является расширением режима **ОРТО** на углы с некоторым настраиваемым шагом.

Кнопка  режима **ПРИВЯЗКА (F3)** позволяет включить или выключить постоянное действие объектных привязок (привязок к характерным точкам существующего объекта).

3. Быстрый метод «**Направление + расстояние**». Направление фиксируется с помощью одного из режимов **ОРТО** или **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ**, а расстояние задается с клавиатуры без символа @.

Любое изображение создается с помощью базового набора графических примитивов. К наиболее часто используемым примитивам относятся **ОТРЕЗОК (LINE)**, **ОКРУЖНОСТЬ (CIRCLE)**, **ДУГА (ARC)**, **ПОЛИЛИНИЯ (POLYLINE)** и т.д.

При выполнении задания важную роль играют команды редактирования:

- Для четкой разметки элементов изображения целесообразно использовать команду **ПОДОБИЕ (OFFSET)** позволяющую создавать параллельные отрезки и полилинии, концентрические дуги и окружности, подобные существующим и отстоящие от исходных на заданное расстояние.
- При наличии симметрии достаточно построить половину изображения и отобразить с помощью команды **ЗЕРКАЛО (MIRROR)** относительно заданной оси, которая определяется двумя точками.

- Повторяющиеся объекты размножить командами **КОПИРОВАТЬ (COPY)** или **МАССИВ (ARRAY)**.
- Для построения фасок и сопряжений применить команду **ФАСКА ( CHAMFER)** и **СОПРЯЖЕНИЕ ( FILLET)**.
- Для удаления части объекта использовать команду **ОБРЕЗАТЬ ( TRIM)**, которая удаляет объект с помощью пересекающих его других объектов (режущих кромок ) или команда **РАЗОРВАТЬ (BREAK)**, позволяющий удалить части примитива в 2х указанных точках.
- После завершения всех построений необходимо выполнить компоновку изображений внутри выбранного формата. Для этого применяется команда **ПЕРЕНЕСТИ (MOVE)** и при необходимости **МАСШТАБ (SCALE)**.

Завершающий этап – простановка размеров и выполнения текстовых надписей. Предварительно необходимо настроить текстовый и размерный стили в соответствии с ЕСКД.

### 3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ 2D ЧЕРТЕЖА

Порядок построения чертежа рассмотрим на примере варианта 13

1. Запустить AutoCAD. Создать новый файл-чертеж на основе шаблона **Acadiso.dwt** (папка *Template*) с именем соответствующим названию детали. Файл сохранить в предварительно созданной папке, названной по фамилии студента в папке *Мои документы*. Например: *Основание.dwg/Иванов\_ЭЭТ/Мои документы*
2. Настройки и рабочая среда чертежа. Выбранный шаблон позволит сэкономить время на настройку единиц измерения и лимитов (границ) чертежа. Шаблон **Acadiso.dwt** уже имеет необходимые настройки: метрические единицы и границы 420x297мм.
3. Настроить интервал видимой сетки -10 мм, интервал шаговой привязки - 5мм. Диалоговое окно **Режимы рисования** (рис 1) можно вызвать, щелкнув правой кнопкой мыши на одной из кнопок соответствующих режимов, например, **ШАГ**. После настройки параметров шага и сетки перейти на вкладку **Объектная привязка** и выбрать следующие привязки: кон. точка; точка пересечения ; центр; касательная.

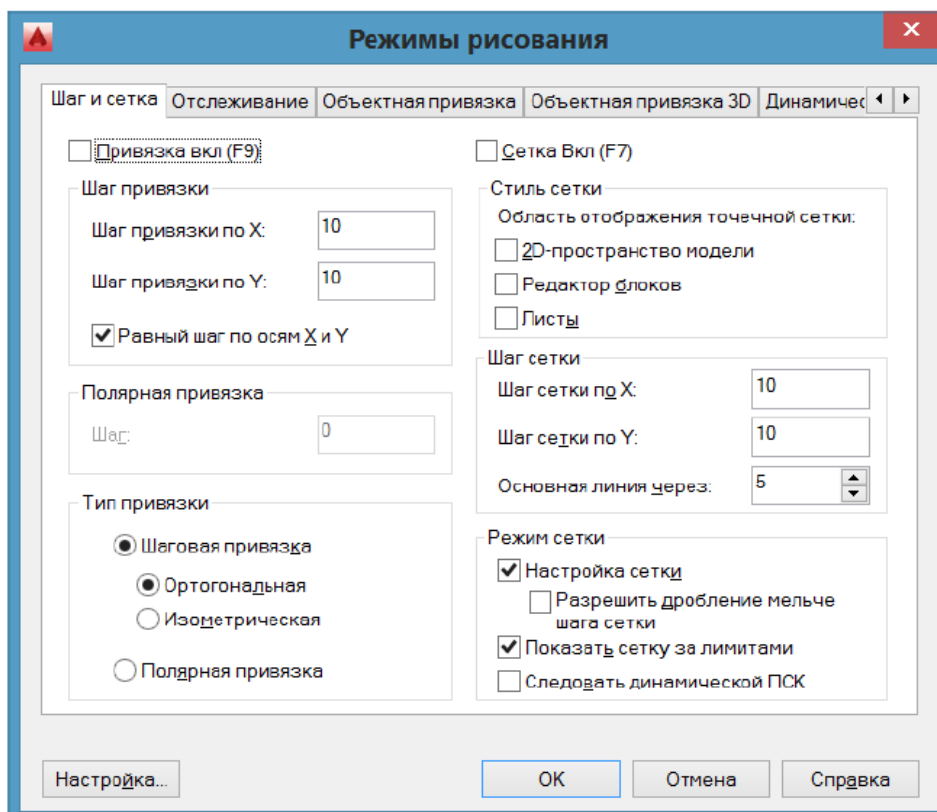


Рис.1

4. Создать слой. Открыть диалоговое окно Диспетчер свойств слоев, рис.2 (Лента: вкладка

Главная → панель Слои → , выбрать команду СОЗДАТЬ СЛОЙ 

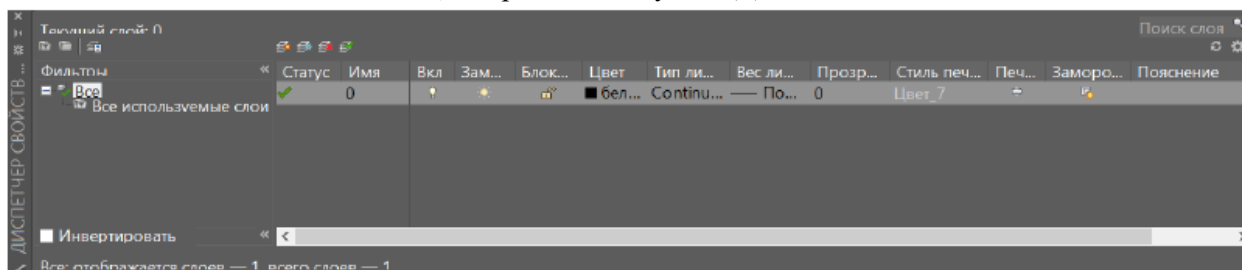




Рис.2


Название	Цвет	Тип линии	Вес (толщина) линии, мм
Слой <i>Оси</i>	красный	штрихпунктирная	0.15
Слой <i>Черновик</i>	зеленый	сплошная	0.15
Слой <i>Контур</i>	белый или черный (контрастный по отношению к фону в окне чертежа)	сплошная	0.5
Слой <i>Штриховка</i>	синий	сплошная	0.15
Слой <i>Размеры</i>	синий	сплошная	0.15
Слой <i>Рамка</i>	белый или черный	сплошная	0.15

\*Обратите внимание на свойства объекта (примитива): цвет, тип и толщина линий должны быть настроены «по слою» (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Свойства**). Толщина линий отображается при включенном режиме **отображение/скрытие веса линий** 

5. Сделать текущим слой «Оси».

Проведем осевые и центровые линия вида сверху с которого удобнее начать построение .

Команда **ОТРЕЗОК**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**): построить горизонтальную линию от т.1 ( 50;100) длиной 220 мм (т.2). Вертикальную линию от т.3 (85,50) длиной 108мм (т.4), рис.3.

Проведем с помощью команды **ПОДОБИЕ**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Редактирование**) вторую вертикальную линию на расстоянии 110 мм справа от первой, рис.3.

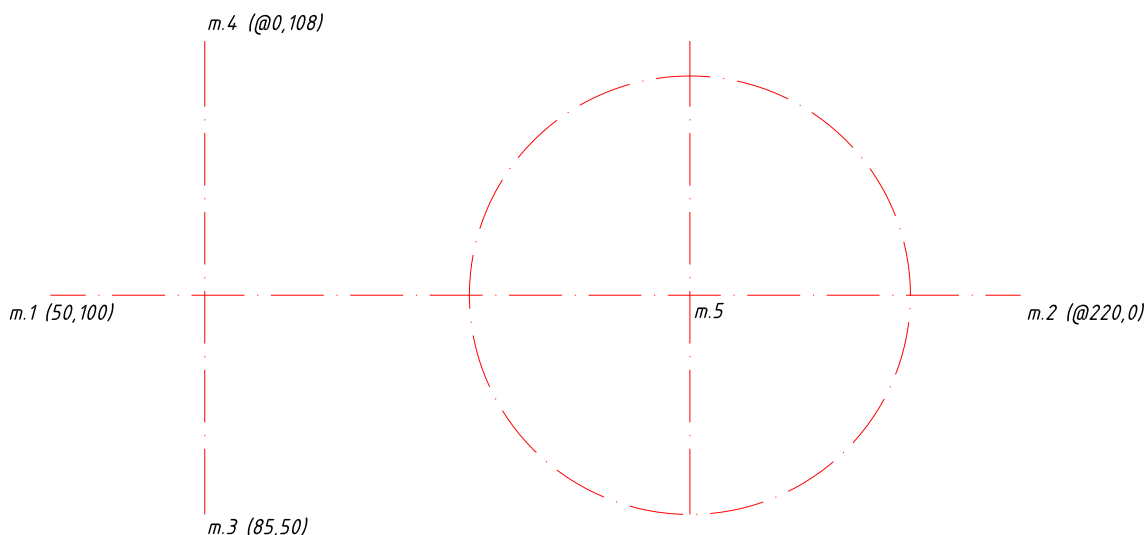


Рис. 3

Построить окружность (команда **ОКРУЖНОСТЬ**  - **Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**) с центром в т.5 ,которая выбрана с помощью объектной привязки пересечение, и R 50.

6. Текущий слой «Контур»

Построить 4 окружности, см рис.4:

- окружность  $O_1$ , R70
- окружность  $O_2$ , R10
- окружность  $O_3$ , R16
- окружность  $O_3$ , R32

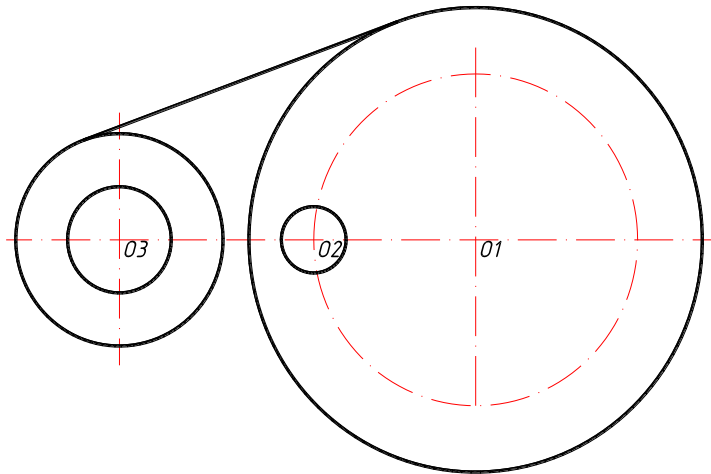



Рис. 4

Провести внешнюю касательную к окружности ( $O_3$ ,  $R32$ ) и окружности ( $O_1$ ,  $R70$ ):

Команда **ОТРЕЗОК**:


*от точки* : указать т-ку на окружности задающую первую касательную ( объект. привязка «кас» включена)

*След. точка*: указать точку на другой окружности, задающий вторую касательную рис.4.

Зеркально отобразить построенный отрезок. Команда **ЗЕРКАЛО**  (Лента: вкладка Главная → панель Редактирование):

Выбрать отрезок, подтвердить выбор (клавиша «Enter»).

Указать с помощью объектной привязки пересечение т.  $O_1$  и  $O_3$ . Исходный объект не удалять.

Удалить часть окружности ( $O_3$ ,  $R32$ ) между касательными. Команда **ОБРЕЗАТЬ**  (Лента: вкладка Главная → панель Редактирование): сначала указать «режущие кромки» - все касательные, подтвердить выбор нажатием клавиши «Enter». В ответ на следующий запрос необходимо выбрать ту часть окружности, которую надо удалить. Результат см. на рис. 5.

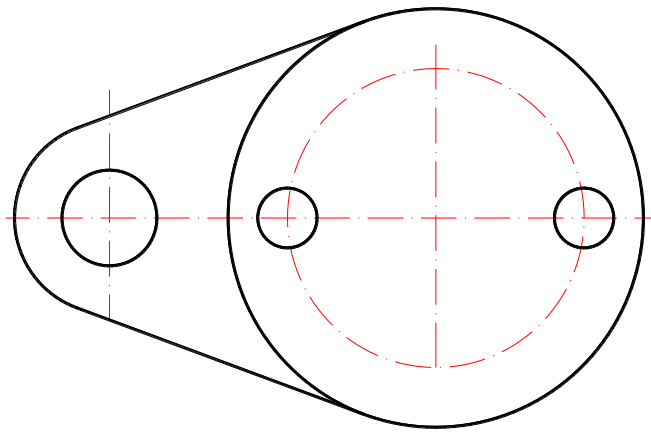



Рис. 5.

Скопировать окружность  $R=10$ . Команда **КОПИРОВАТЬ**  (Лента: вкладка **Главная** → панель **Редактирование**): позволяет выбрать выбранные объекты параллельно вектору переноса, который задается начальной и конечной точкой.

7. Текущий слой «Черновик», на котором нужно выполнить вспомогательные построения для отверстия со шпоночным пазом и ребра жесткости. Построить окружность с центром  $O_1$  и  $R=30$ . Наметить ширину и глубину шпоночного паза.

Команда **ПОДОБИЕ**: величина смещения 8 мм, выбрать вертикальную центровую линию, указать произвольную точку сначала справа, затем слева от этой линии.

Команда **ПОДОБИЕ**: величина смещения 36 мм, выбрать горизонтальную штрихпунктирную линию, указать точку ниже исходной линии, (рис 6).

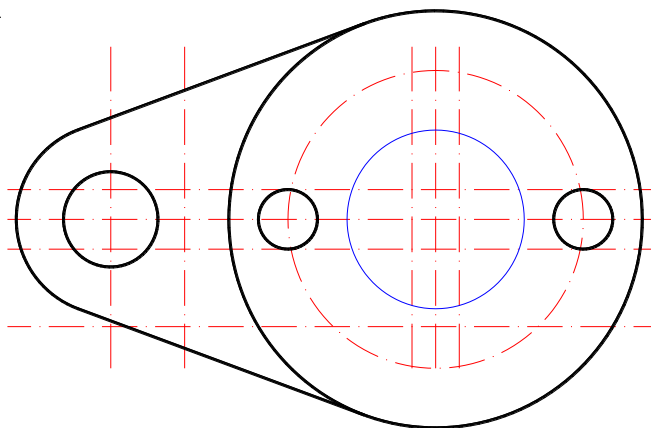


Рис. 6

Толщину и длину ребра жесткости так же наметить с помощью команды **ПОДОБИЕ** в соответствии с размерами элемента, заданными на исходном чертеже (см. задание).


Все полученные, в результате выполнения этой команды, линии находятся на слое «оси», так же как и исходный объект.



Чтобы перенести эти линии на слой «Черновик», необходимо выбрать линии и изменить слой на ленте меню или в окне свойства.

8. Текущий слой «Контур»

Произвести чистовую обводку контуров отверстия со шпоночным пазом. Используя команду

**ПОЛИЛИНИЯ**  (Лента: вкладка Главная → панель Рисование): построить линейные и дуговые сегменты, точки задать с помощью объектной привязки **пересечение**. Обводку дуги удобнее выполнить против часовой стрелки. Контур ребра жесткости так же выполнить командой **ПОЛИЛИНИЯ**, рис. 7.

9. На месте главного вида необходимо построить фронтальный разрез.

Текущий слой «черновик».

Наметить длину с помощью линий проекционной связи. Построить вертикальные линии: от точки – указать первую точку с помощью объектной привязки **пересечение** на виде сверху; вторая точка – указать курсором при включенном режиме **Орто**, либо задать через относительные координаты (длина 210 мм), рис. 8.

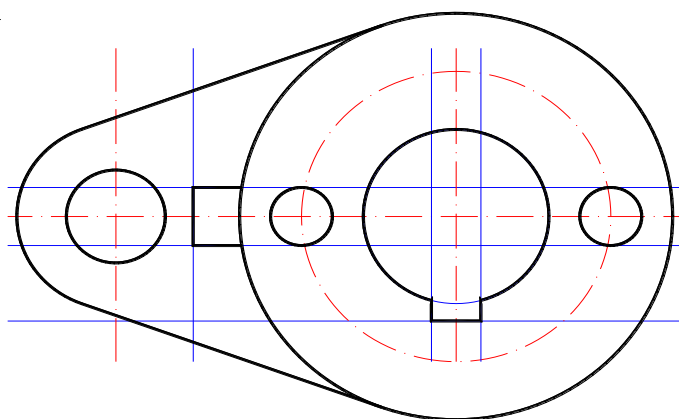


Рис.7

Разметку по высоте удобно выполнить с помощью команды **ПОДОБИЕ**. Выбрать горизонтальную осевую линию и построить подобную ей на расстоянии 130мм кверху от исходной. Построить еще две параллельные линии на расстоянии соответственно 30 и 50 мм кверху от предыдущей. Все три построенные линии перенести на слой «Черновик», рис.8.

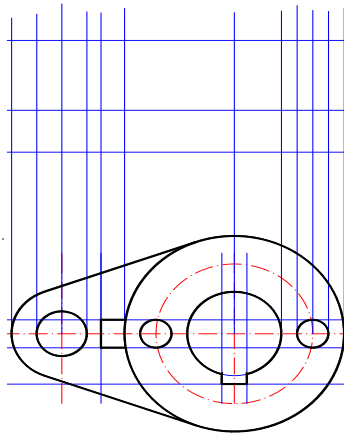


Рис.8

10. Текущий слой «Контур».

Командой **ПОЛИЛИНИЯ** выполнить:

-обводку внешнего контура, указав точки с помощью объектной привязки **пересечение**;

-ребра жесткости;

-обвести очерковые образующие отверстий в основании и цилиндрической части. Для построения отверстий в цилиндрической части рекомендуется использовать команду **ЗЕРКАЛО**, рис.9.

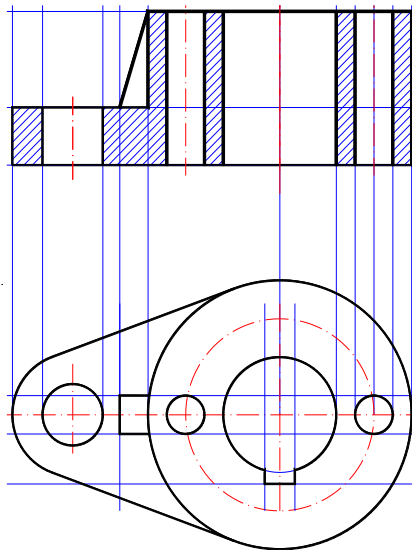



Рис.9

11. Текущий слой «Штриховка».

Команда **ШТРИХОВКА**  (Лента: вкладка **Главная** → панель **Рисование**): выбрать образец ANSI и указать по одной точке внутри каждой из замкнутых областей, подлежащих штриховке, рис. 10.

12. Текущий слой «Оси».

Командой **ОТРЕЗОК** провести осевые линии поверх линий проекционной связи, выходя за контур на 3-5 мм, рис. 10.

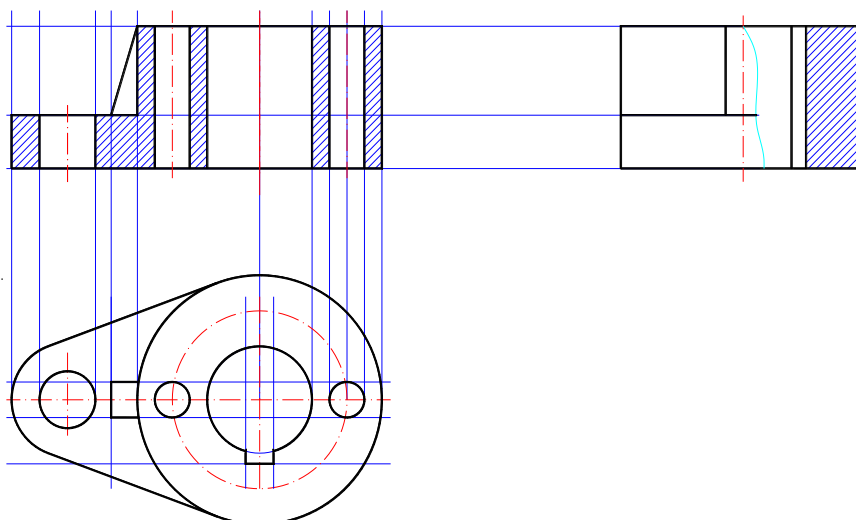


Рис. 10.

13. Строим вид слева, используя местный разрез для выявления шпоночного паза. Текущий слой «Черновик».


Наметить высоту элементов с помощью линий проекционной связи.

Команда **ОТРЕЗОК**: провести три горизонтальные линии (рис. 10), длиной примерно 250мм.

Для разбивке по ширине применить команду **ПОДОБИЕ**.

Дальнейшие построения выполнить самостоятельно по вышеописанной схеме (см. построение фронтального разреза).


Разграничить вид и разрез сплошной волнистой линией. Так как это линия сплошная тонкая

выполнить ее можно на слое «Штриховка» командой **СПЛАЙН**  (Лента: вкладка Главная → панель Рисование).

14. Оформить 2D чертеж возможно как в пространстве листа, так и в пространстве модели. В целях облегчения усвоения материала выберем второй вариант.

Для оформления чертежа необходима рамка формата А3 с основной надписью формы 1. Если готовая рамка с основной надписью есть, то вставить ее в текущий файл можно через буфер обмена или как внешний блок.

Чтобы вычертить рамку надо сделать текущим слоем «Рамка». Толщина линий на этом слое равна 0.2 мм, толщину основных линий зададим командой **ПОЛИЛИНИЯ**.

С помощью команды **ПРЯМОУГОЛЬНИК**  (Лента: вкладка Главная → панель Рисование) наметим границы формата (первый угол: 0, 0; второй угол: 420, 297)

Команда **ПОЛИЛИНИЯ**. Задать координаты первой точки рамки: 20,5; затем перейти на опцию **ширина** и задать начальную ширину: 0.6; конечную ширину: 0.6. После указания ширины нужно указать координаты 2-й точки: @395,0;

координаты 3-й точки: @0,287;

координаты 4-й точки: @-395,0

и перейти на опцию **замкни**.

Основная надпись содержит линии различной толщины. Сначала вычертить границы рамки тонкими линиями.

Команда **ОТРЕЗОК**. Начертить последовательно вертикальный и горизонтальный отрезки от точки: 215,50  
до точки: @0,55  
до точки: @185,0

Размножить построенные линии командой **ПОДОБИЕ**, удалить лишние фрагменты командой **ОБРЕЗАТЬ** и выполнить обводку основных толстых линий командой **ПОЛИЛИНИЯ** (рис. 11)

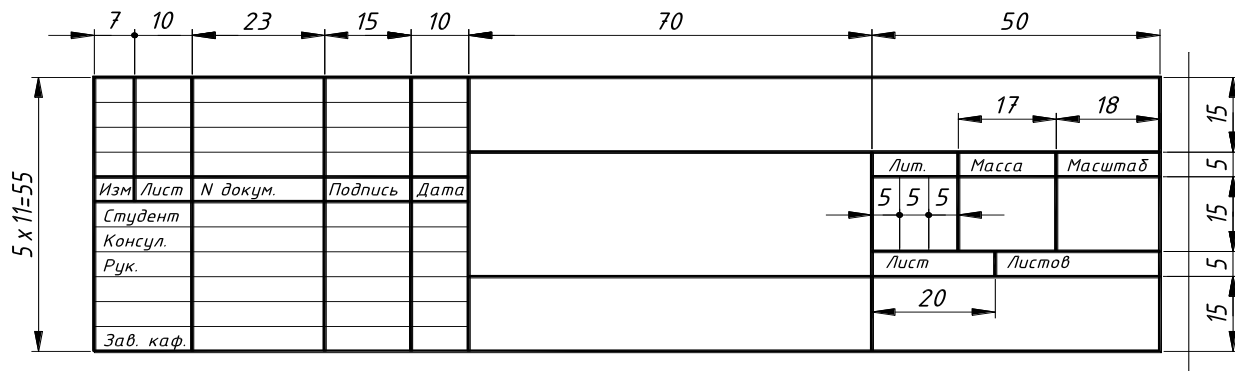





Рис.11.


Перед заполнением основной надписи необходимо настроить стиль текста. Диалоговое окно «Стиль текста» можно открыть через **Ленту**: вкладка **Главная** → панель **Аннотации** → . Это окно позволяет редактировать текущий или создать новый текстовый стиль, который определяется выбором шрифта *isocpeur*, наиболее соответствующего ЕСКД, высотой букв (в окне высоту задать о), углом наклона 15 градусов от вертикали.

Надписи выполнять командой **ТЕКСТ** (**Лента**: вкладка **Главная** → панель **Аннотации** ▼ → ) высотой 2,5; 7; 5мм, высоту удобнее менять непосредственно в команде **ТЕКСТ**.

**Компоновка чертежа**. Изображения должны отстоять друг от друга, а также от рамки чертежа примерно на одинаковое расстояние по вертикали и горизонтали. Расстояния должны быть достаточными для простановки размеров и обозначений. Передвинуть изображения, при необходимости, позволяет команда **ПЕРЕМЕСТИТЬ**, уменьшить или увеличить команда

**МАСШТАБ**. В нашем случае воспользуемся командой **МАСШТАБ**  (**Лента**: вкладка **Главная** → панель **Редактирование**) и уменьшим изображения в 2 раза. После выбора объектов, указать базовую точку (точка, не меняющая своего положения, после масштабирования)

**Простановка размеров**. Размеры представляют собой сложные примитивы, состоящие из размерных чисел (текстовая составляющая), выносных и размерных линий. По умолчанию AutoCAD создает ассоциативные размеры, то есть зависимые от объектов, к которым они привязаны. Это означает, что при редактировании основного объекта будут автоматически изменяться и связанные с ним размеры.

Перед простановкой размеров рекомендуется настроить размерный стиль соответствующий требованиям ЕСКД через диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей» (**Лента**: вкладка **Главная** → панель **Аннотации** ▼ → ). В окне отображается список размерных стилей

текущего чертежа, текущий стиль выделен. Стиль определяет внешний вид размеров. Кнопка **Редактировать**, вызывает диалоговое окно **Изменение размерного стиля**, в котором производится изменение параметров стиля.


Вкладка **Текст** этого окна позволяет выбрать стиль и высоту текста (3,5 мм), ориентацию текста – согласно ИЗО.

Вкладка **Основные единицы** позволяет задать единицы измерения, точность и масштаб размерных чисел. В нашем примере масштаб равен **2!**

После настройки размерного стиля переходим непосредственно к простановке размеров.

Текущий слой «Размеры»

Проставим сначала высоту детали на главном виде. Команда **РЗМЛИНЕЙНЫЙ** (Лента:

вкладка **Главная** → панель **Аннотации** → ):

*Начало первой выносной линии или <выбор объекта>: с помощью объектной привязки указать правую нижнюю точку на главном виде*

*Начало второй выносной линии: указать верхнюю правую точку*

*Положение размерной линии или [МТекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый]: требуется щелчком мыши указать точку на расстоянии не менее 10мм от крайней правой вертикальной контурной линии главного вида*

*Размерный текст <80>*

По указанным на объекте точкам, система сама определяет какой тип размера (вертикальный, горизонтальный) необходимо проставить. Опции **МТекст** (многострочный текст) и **Текст** позволяют редактировать размерный текст. Можно полностью изменить текст или сохранить выведенное значение с помощью угловых скобок < > и добавить, когда необходимо, текст до или после скобок. Так для указания знака диаметра перед размерным числом указывают символы %%c, а для простановки угла в градусах - %%d.

Проставить все оставшиеся линейные размеры самостоятельно, рис.11.

Нанести радиальный размер – команда **РЗМРАДИУС** (Лента: вкладка **Главная** → панель

**Аннотации** → ):

*Выберите дугу или круг: указать курсором дугу на виде сверху*

*Размерный текст <32>*

*Положение размерной линии или [МТекст/Текст/Угол]: указать точку местоположения размерной линии (она определяет внутри или снаружи будет расположен размер)*

Обозначение фронтального разреза выполнить на слое «Размеры», используя команды **ПОЛИЛИНИЯ**, **ЗЕРКАЛО**, **ТЕКСТ**, самостоятельно, рис.12.

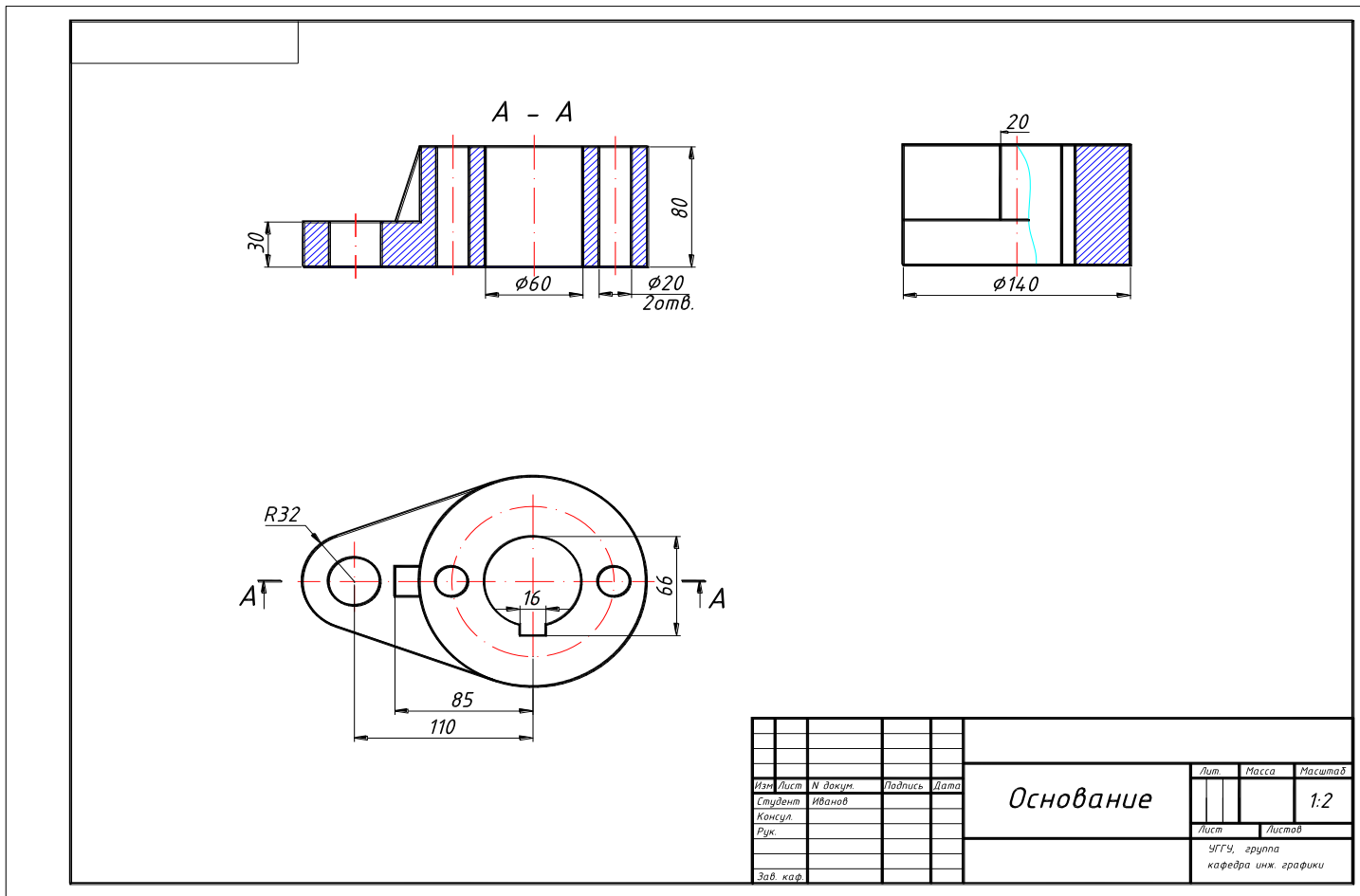
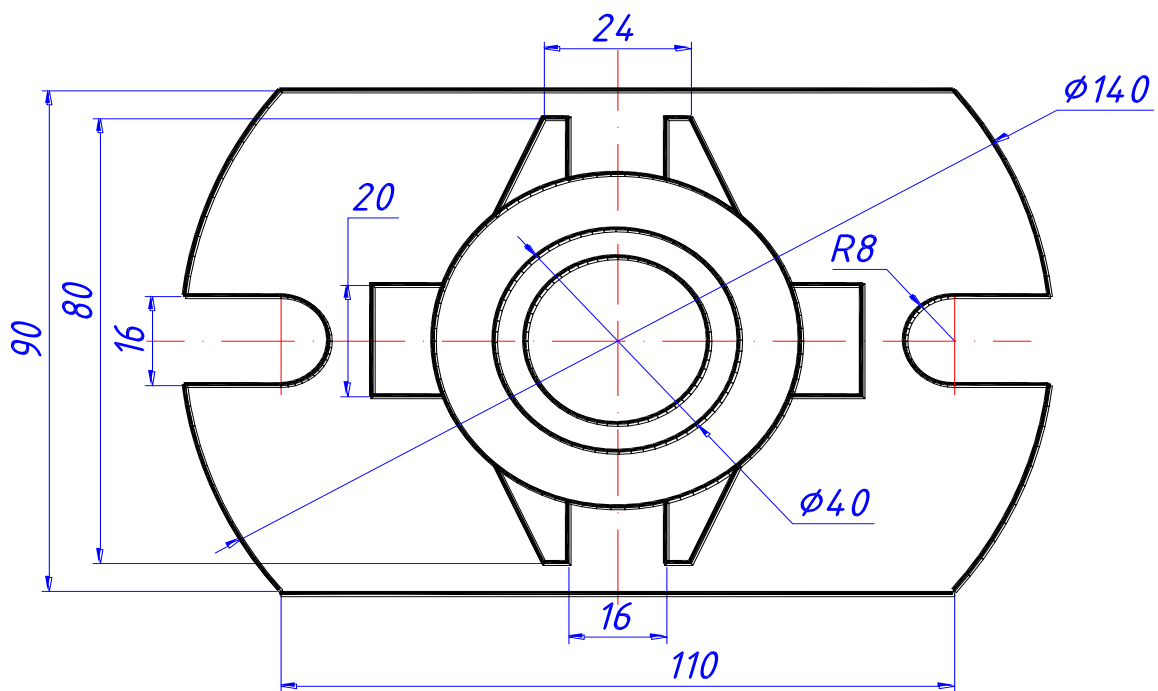
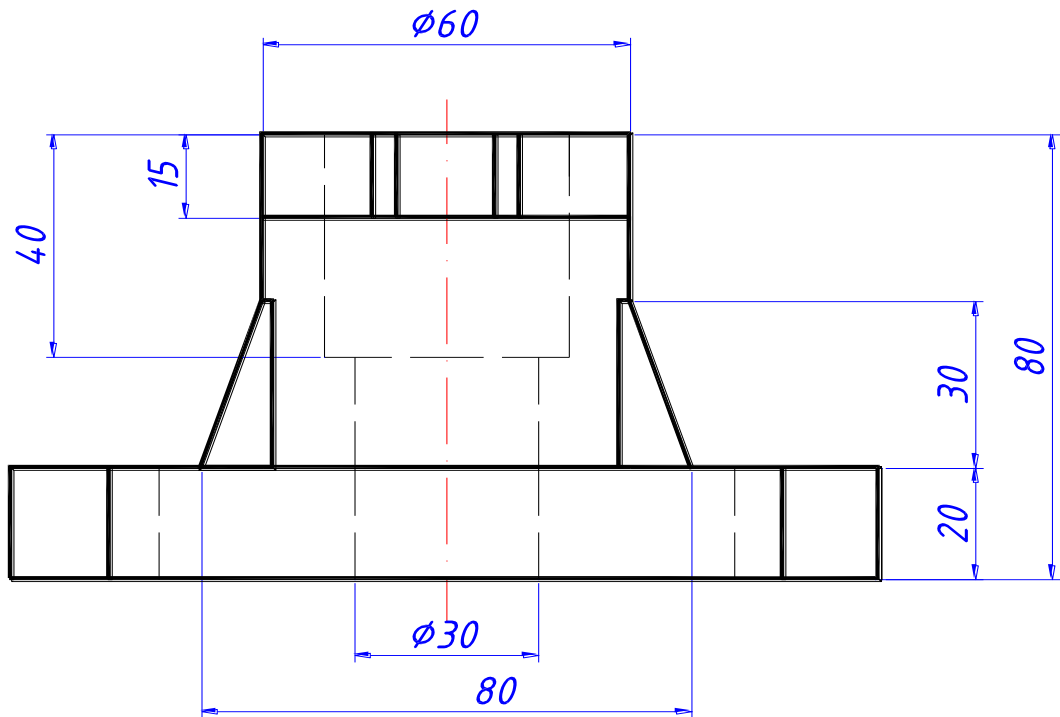


Рис.12

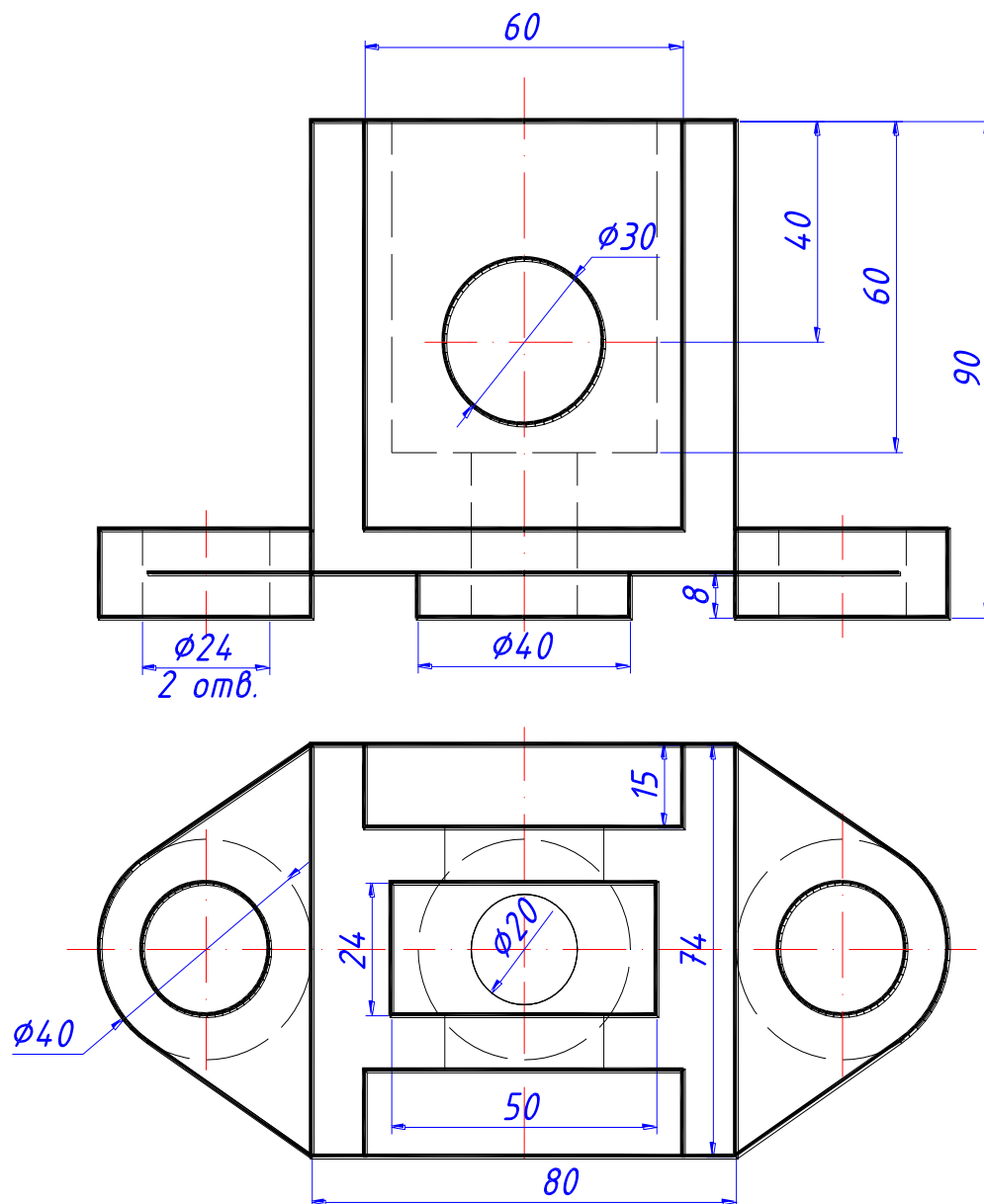
#### 4. ПРИЛОЖЕНИЕ

Вариант 1



Корпус

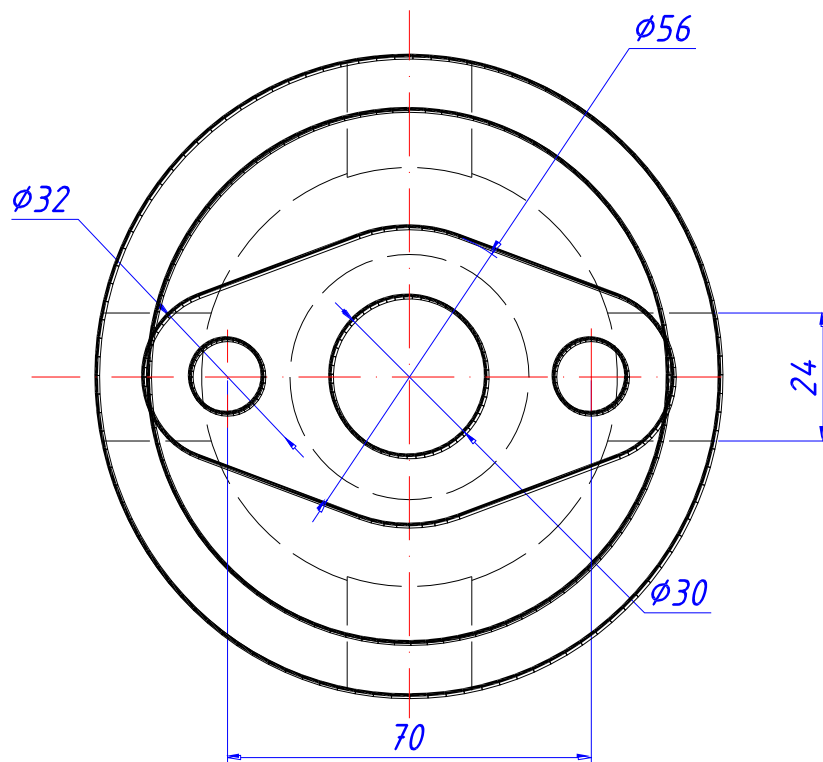
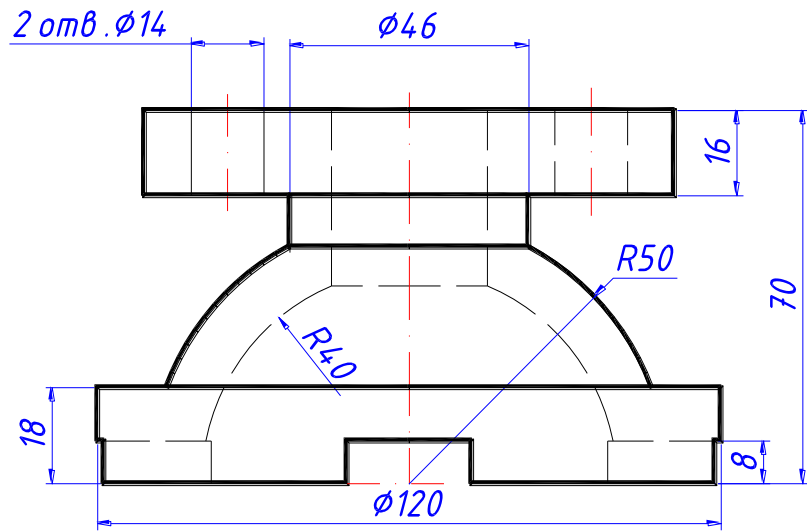
Вариант 2



Основание

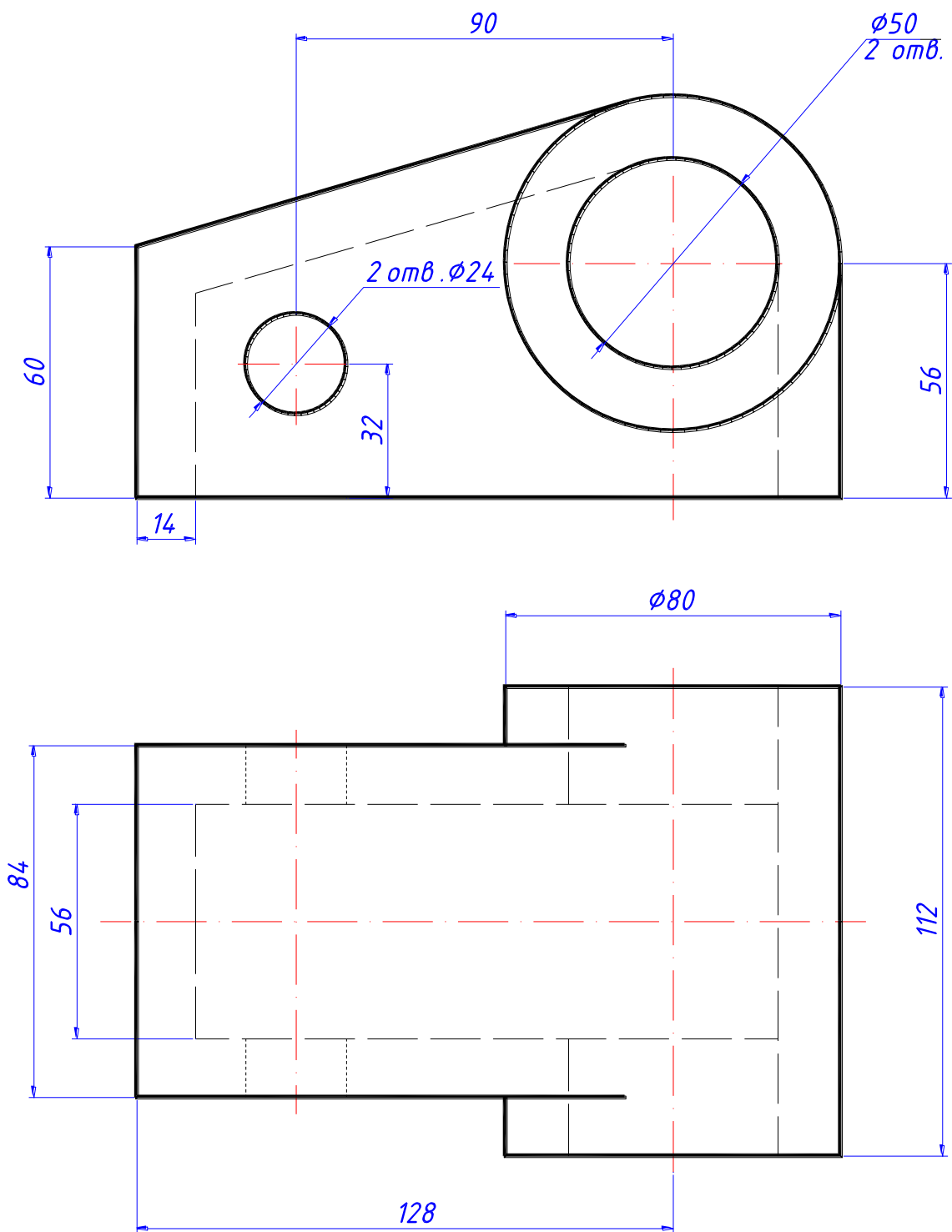


Вариант 3



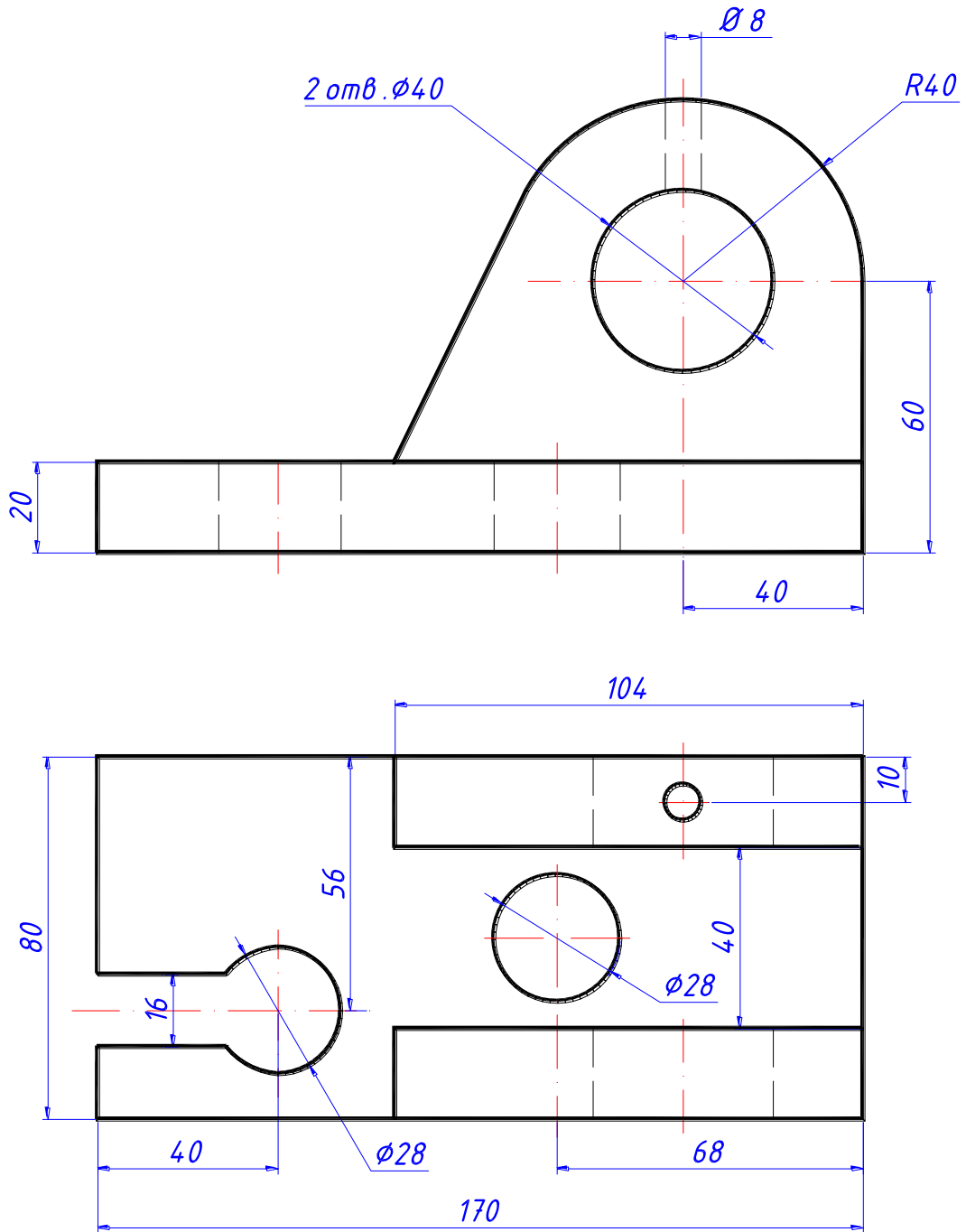
Крышка

Вариант 4



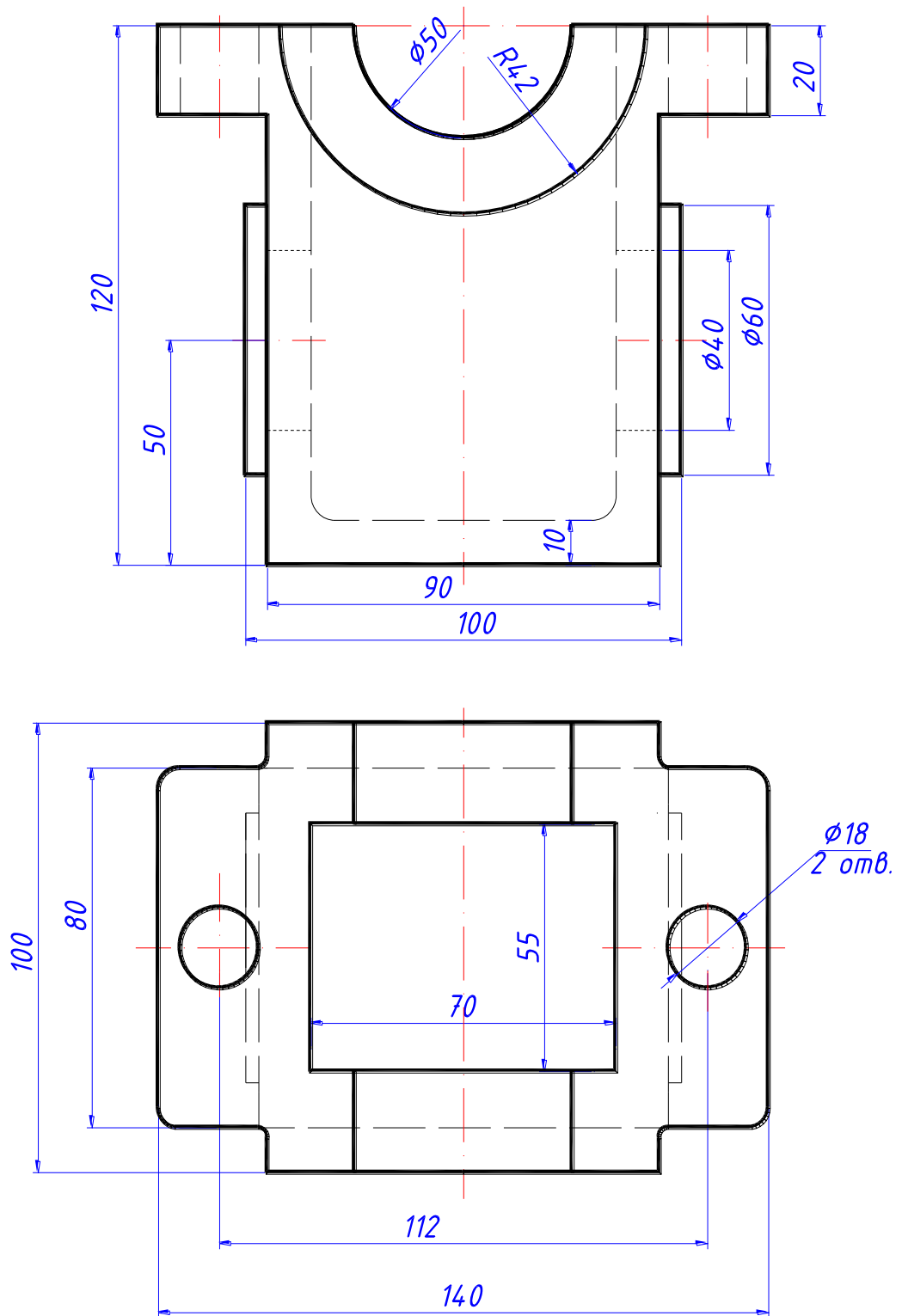
Кожух

Вариант 5



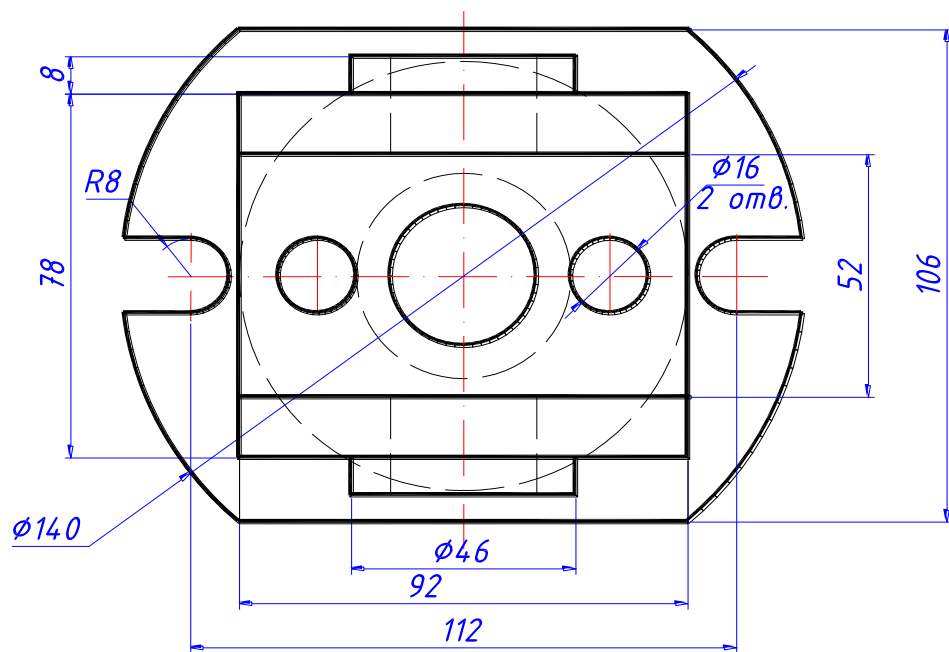
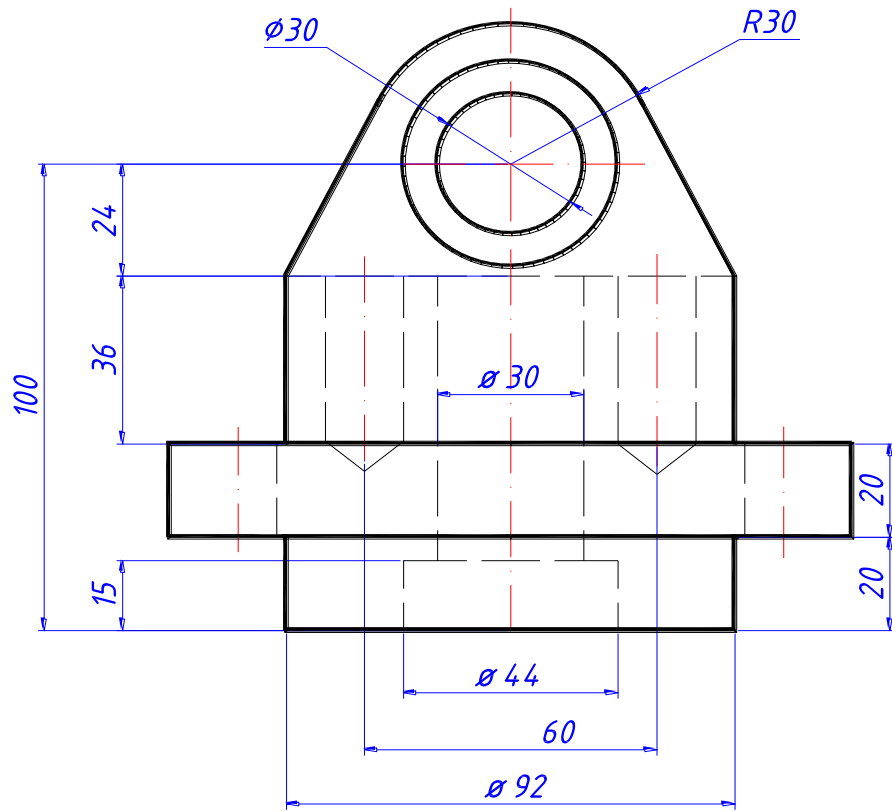
Проушина

Вариант 6



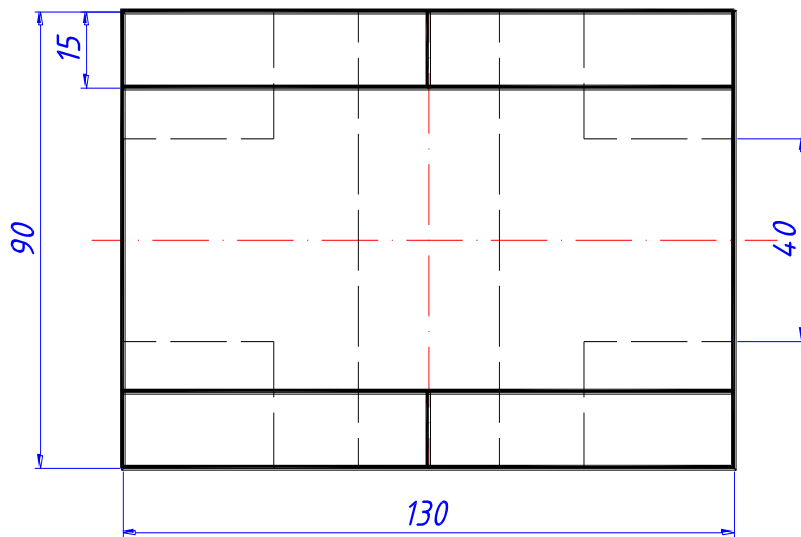
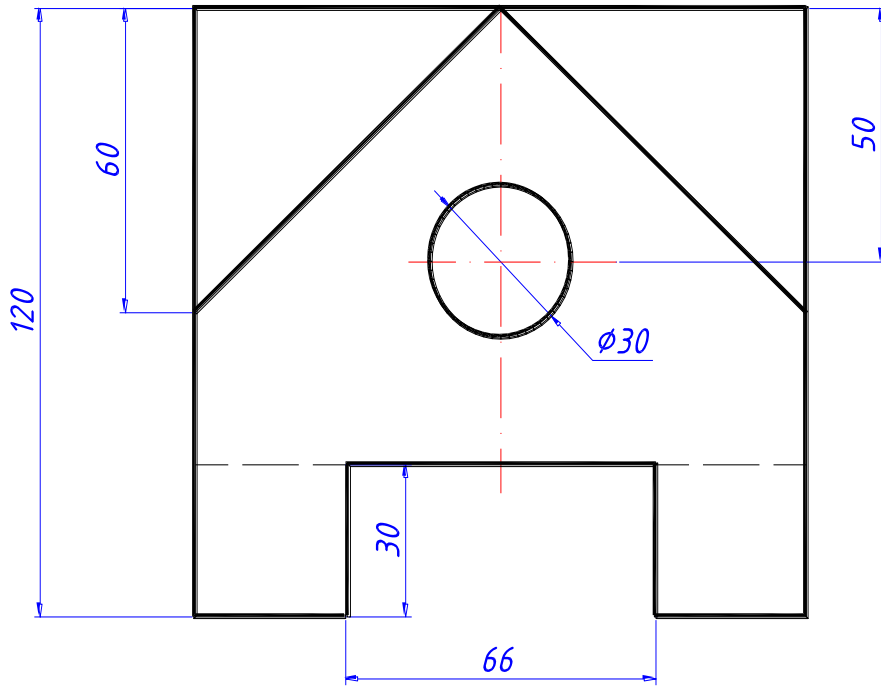
Корпус

Вариант 7



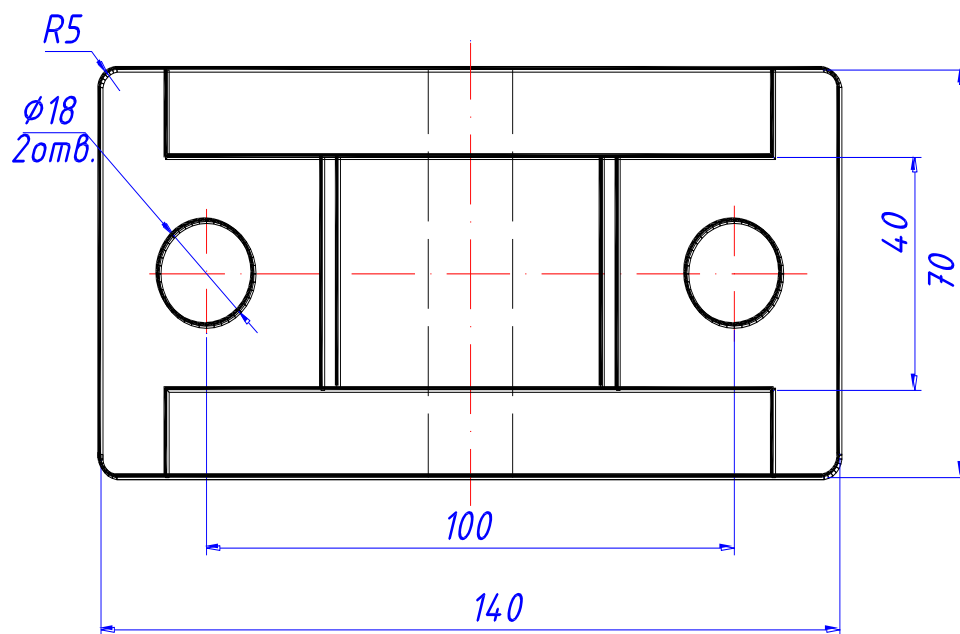
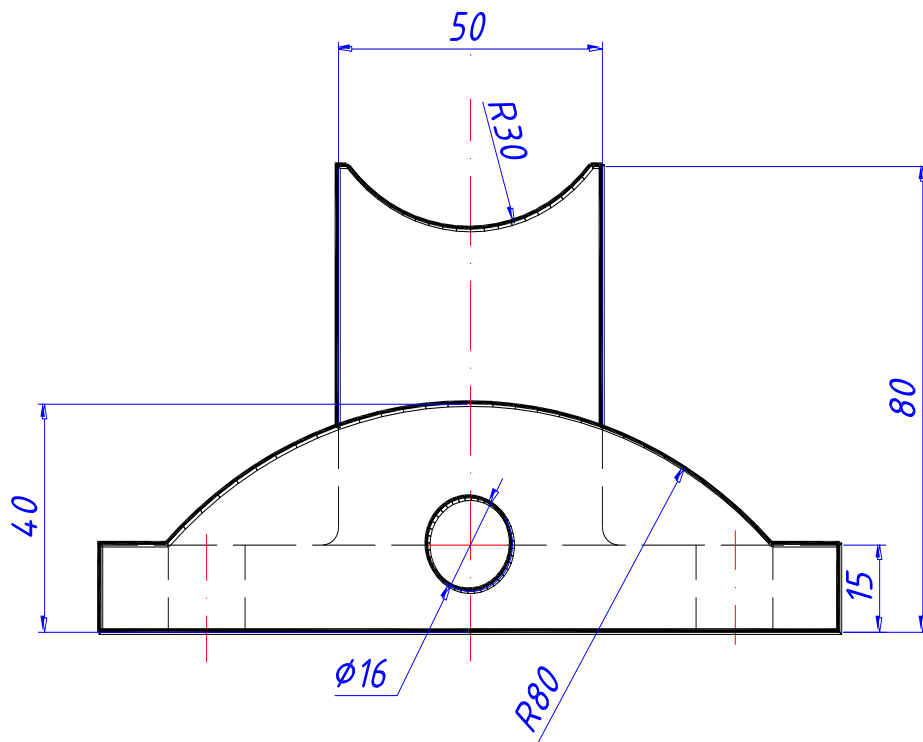
Проушина

Вариант 8



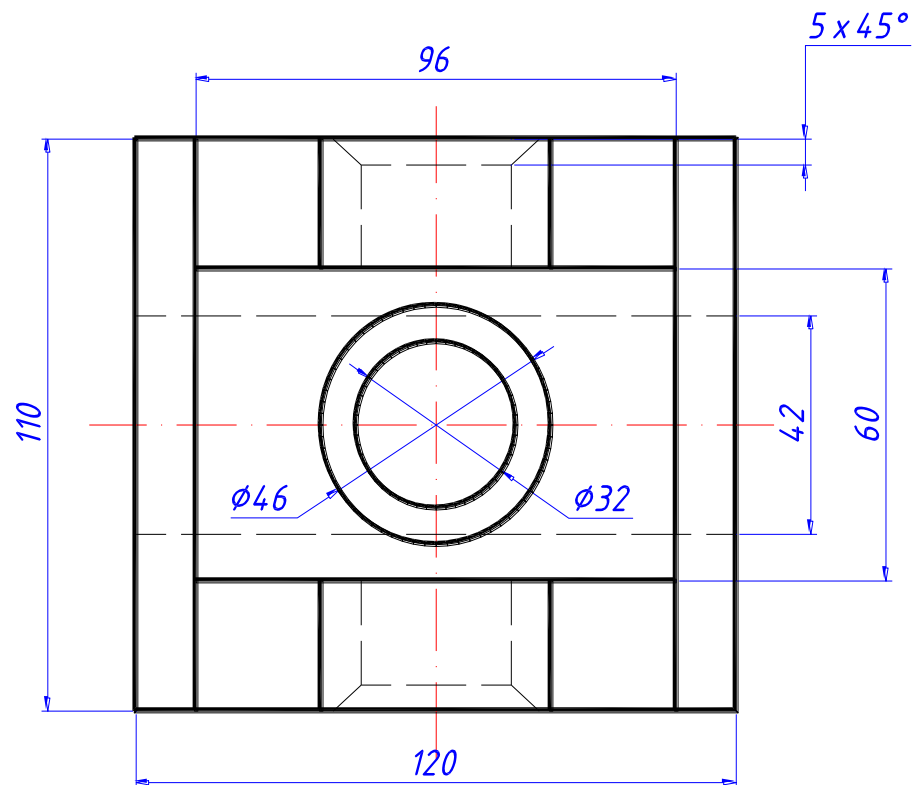
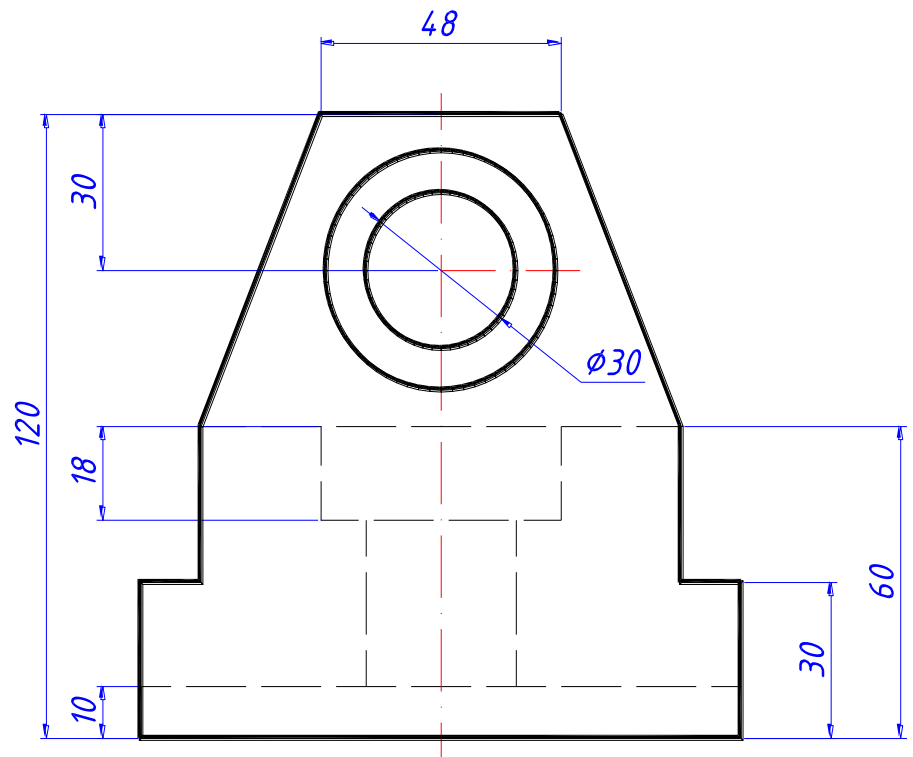
Колодка

Вариант 9



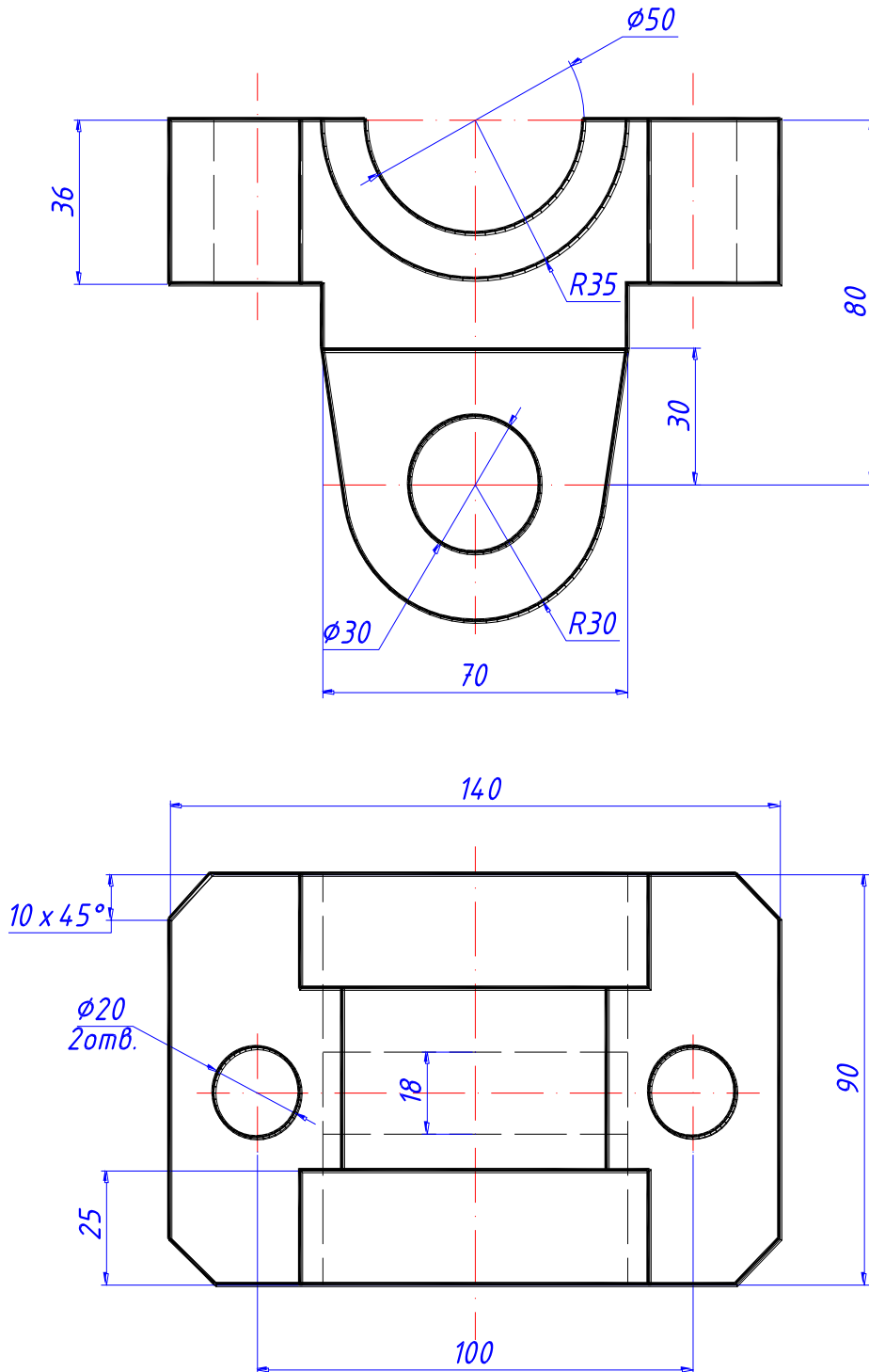
Опора

Вариант 10



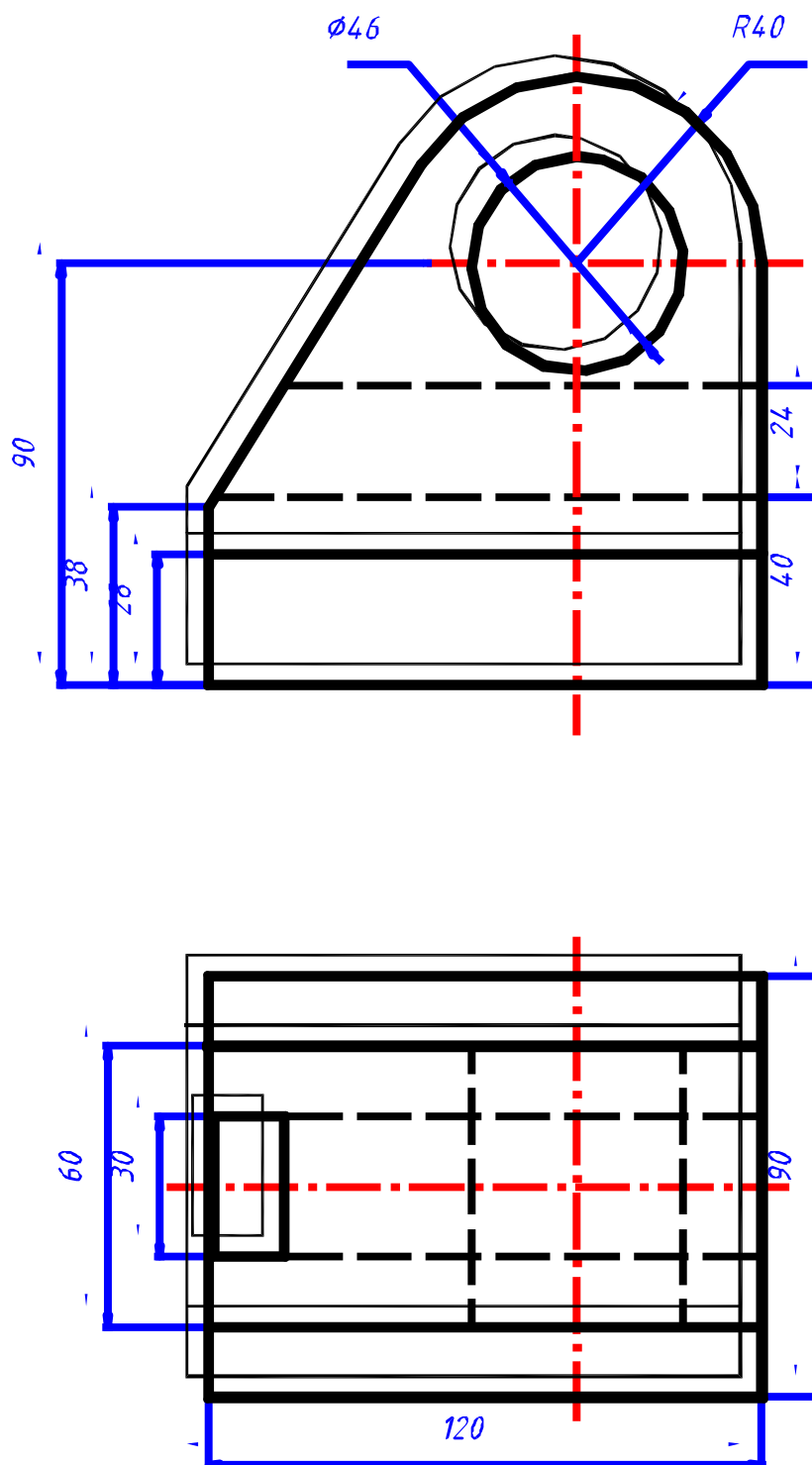


Вариант 11



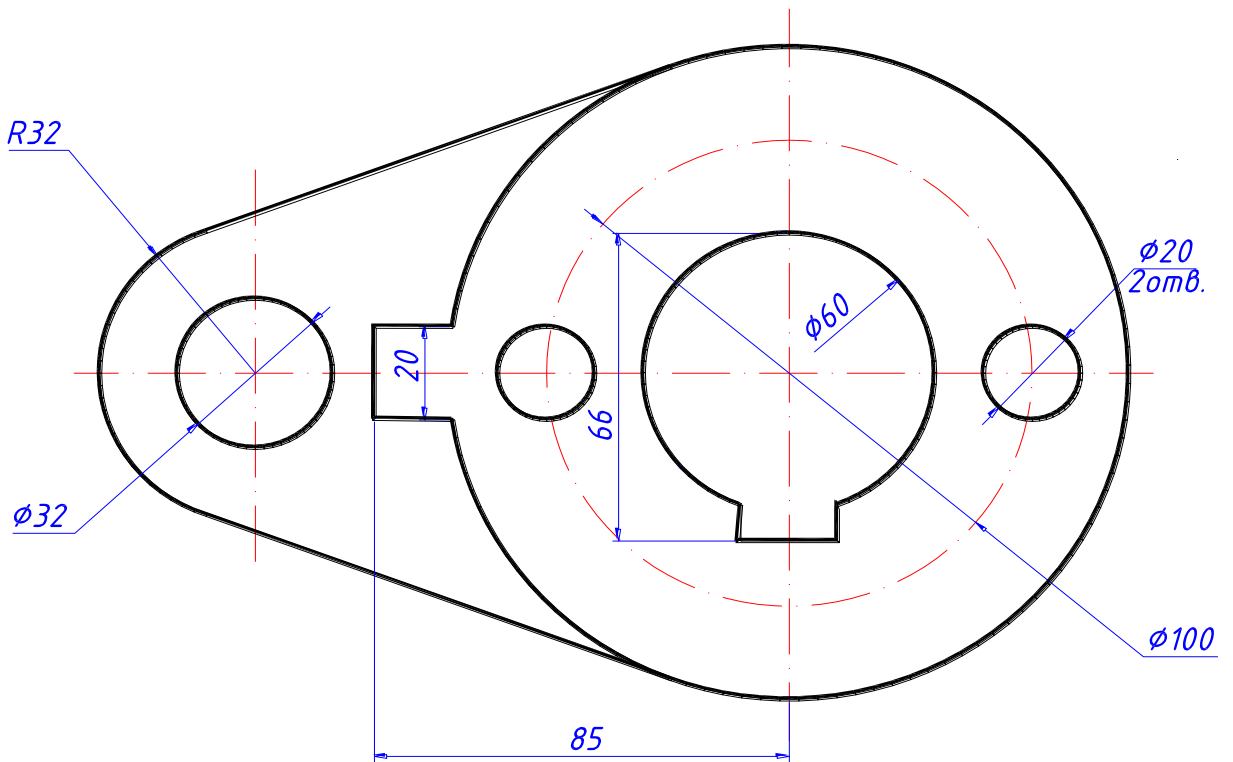
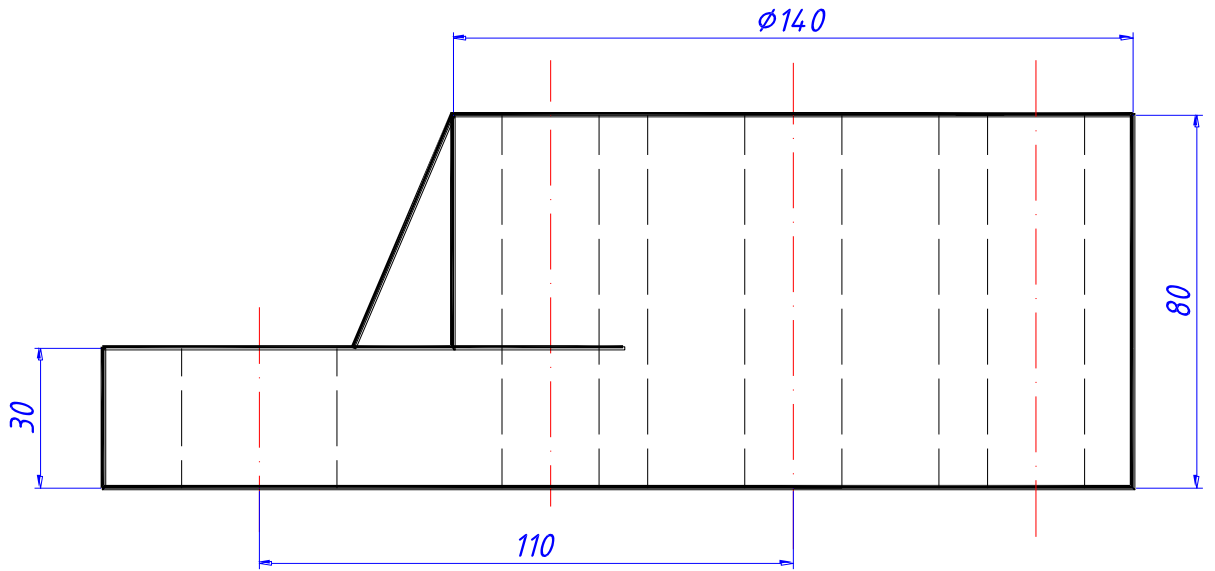
Серьга

Вариант 12



Вилка

Вариант 13



Основание

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полещук Н. Самоучитель AutoCAD 2016. – Санкт-Петербург: Издательство БХВ-Петербург, 2016. – 464с.
2. Шангина Е.И. Компьютерная графика. Учебное пособие. – Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2006. – 188с.
3. Хейфец А. Л. Инженерная компьютерная графика. Учебно-справочное пособие.— М.: ДИАЛОГ -МИФИ , 2002, 428 с.

Савина Татьяна Евгеньевна

*Методическое пособие*  
по выполнению практической  
работы «Создание проекционного чертежа средствами AutoCAD» по  
дисциплинам:  
«Инженерная и компьютерная графика»,  
«Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика».

Редактор

Подписано в печать \_\_\_\_\_ .2017 г.

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8. Печать на ризографе.  
Гарнитура Times New Roman .Печ. л. \_\_\_\_ . Уч.- изд. 0,83. Тираж 150 экз.  
Заказ №

Издательство УГГУ  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
Уральский государственный горный университет  
Отпечатано с оригинала – макета  
в лаборатории множительной техники УГГУ

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»**

**Горно-технологический факультет  
Кафедра Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях**

# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Методические указания**

**для выполнения курсовых работ**

**форма обучения: очная, очно-заочная, заочная**

**Екатеринбург**

**г 2021**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Методические указания адресованы студентам, выполняющим в процессе обучения курсовую работу по дисциплине «Информационные технологии в техносферной безопасности».

Курсовая работа – самостоятельная разработка конкретной темы по изучаемой дисциплине с элементами научного анализа, предназначенная для формирования у студентов теоретических знаний и практических навыков, умений работать с литературой, анализировать источники, делать обстоятельные и обоснованные выводы.

### **Цель и задачи курсовой работы**

Целью курсовой работы является, с одной стороны, систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний по дисциплине, с другой, – приобретение и развитие студентом таких важных качеств, как:

- умение работать с литературой, анализировать источники по проблеме исследования, делать обстоятельные и обоснованные выводы;
- умение грамотно и логически обоснованно излагать свои мысли и идеи;
- умение четко формулировать и аргументировано обосновывать предложения и рекомендации по результатам выполненного исследования;
- способность к творческому и критическому мышлению;
- овладение аналитическими навыками, т.е. способностью искать и находить информацию, формулировать проверяемые гипотезы, выстраивать данные в определенном порядке и оценивать их и т.п.;
- овладение навыками самостоятельной исследовательской работы.

Основными задачами при выполнении курсовой работы являются:

1. Обоснование актуальности и значимости темы работы.
2. Исследование состояния и разработанности выбранной темы исследования.

3. Рассмотрение теоретических аспектов изучаемой проблемы, раскрытие основных понятий и терминов, относящихся к данной проблематике.

4. Сбор и анализ информации по проблеме с использованием современных средств получения, хранения и переработки информации.

5. Разработка практических рекомендаций и предложений по тематике курсовой работы.

6. Формирование навыков самостоятельной работы на всех этапах выполнения курсовой работы – от обоснования актуальности до формулировки выводов и рекомендаций.

Курсовая работа является одним из этапов изучения дисциплины «Информационные технологии в техносферной безопасности». При ее выполнении следует применить все знания, полученные при изучении дисциплины.

В методических указаниях представлены задания на курсовую работу, содержание, порядок и способ ее выполнения, а также образец ее оформления.

Работа выполняется в соответствии с планом, утвержденным руководителем.



## 1. ТЕМАТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Тематика курсовых работ связана с учебным материалом, который изучается в ходе освоения дисциплины, а также может быть дополнена студентом – проектированием развития территориально-производственных комплексов с учетом потенциальных природных и техногенных рисков. Курсовая работа может быть как самостоятельной работой, так и одним из этапов развития научно- исследовательской работы бакалавра. Тема выбирается совместно студентом и руководителем, в отдельных случаях может быть скорректирована.

Работы имеют следующие направления:

### **Тема 1: Информационные системы в управлении техносферной безопасностью**

Определение информационных технологий, их структура, классификация. Цели информационных технологий в управлении техносферной безопасностью. Операции в технологиях управления.

### **Тема 2: Системный анализ и моделирование процессов в техносфере**

Использование информационных технологий при управлении безопасности жизнедеятельности в техносфере. Использование единой системы условных знаков и обозначений. Мониторинг объектов техносферы и окружающей среды.

### **Тема 3: Информационные системы для мониторинга и прогнозирования ЧС**

Характеристика и принципы ИТ для мониторинга и прогнозирования ЧС. Природопользование, социально-демографическая, геоэкологическая, гидрометеорологическая, ГЛОНАСС, ГИС. Роль международных программ и МКС в формировании и поддержке ИС в управлении техносферной безопасностью.

### **Тема 4: Современные подходы к созданию комплексной ИС для**

## **обеспечения техносферной безопасности**

Структура комплексной ИС в обеспечении техносферной безопасности. Уровни ИС (региона, государства, планетарного масштаба). Применение современных методов ИС в управлении техносферной безопасностью.

## **2. ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Курсовую работу по дисциплине «Информационные технологии в техносферной безопасности» следует выполнять в несколько этапов на протяжении всего семестра с последующей защитой на зачетной неделе.

### **Основные этапы:**

1. Получение задания на курсовую работу от руководителя и согласование плана работы над ней.
2. Методологическая часть:
  - 2.1. Аналитический обзор существующих работ по данной тематике.
  - 2.2. Подбор материалов, которые войдут в основу электронного учебника (текстовая часть, графика и т.д.).
3. Разработка структуры электронного учебника.
4. Создание электронного учебника и его наполнение.
5. Оформление курсовой работы.
6. Защита курсовой работы с представлением электронного учебника.

## **3. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Курсовая работа состоит из текстовой и электронной частей. Объем текстовой части – от 15 до 20 страниц машинописного текста формата А4, размер шрифта – 14. (объем текстовой части может существенно изменяться в зависимости от темы курсовой работы).

При оформлении отчета необходимо руководствоваться следующими

требованиями: четкость построения и логическая последовательность изложения материала, краткость и точность формулировок, конкретность в изложении результатов работы.

Электронная часть включает электронный учебник, разработанный с помощью одной из электронных программ в ходе выполнения курсовой работы.

Курсовая работа должна быть составлена в следующей последовательности:

- титульный лист (Приложение 1),
- содержание,
- введение,
- основная часть,
- практическая часть,
- выводы,
- список литературы,
- приложения.

### **Содержание**

Содержание включает названия разделов курсовой работы с указанием нумерации страницы, на которой находится начало данного раздела.

### **Введение**

Во введении кратко характеризуется современное состояние вопроса, который рассматривается в работе, формируется актуальность и новизна. Также четко обозначаются цели и задачи работы.

Объем введения не более 2-х страниц.

### **Основная часть**

Основная часть отчета курсовой работы включает сформулированные и оформленные результаты методологической части.

Аналитический обзор существующих работ по данной тематике должен наиболее полно и систематизировано отражать уровень изученности проблемы. Требуется использовать фундаментальные источники (учебники, монографии), а также интернет, периодические издания, статьи, доклады научных конференций и т.д.

В обзоре следует отображать только те материалы, которые имеют непосредственное отношение к теме, а не приводить повторяющиеся сведения исходных документов. Главной задачей аналитического обзора является более глубокое и полное отображение изучаемой темы на современном научном уровне.

В основной части курсовой работы на основе аналитического обзора определяются границы и направления применимости информационных систем в рассматриваемой области.

### **Практическая часть**

Практическая часть курсовой работы заключается в разработке и реализации структуры электронного учебника.

В данном разделе описывается с помощью какой программы был создан электронный учебник и структура электронного учебника.

Итогом практической части становится электронный учебник.

### **Выводы**

Выводы излагаются в сжатой форме и должны отражать достигнутые конкретные результаты проведенной работы. Они не должны содержать ничего нового, о чем в работе не говорится, а также носить характер сжатого пересказа всей работы.

Можно представить выводы по пунктам с использованием выводов разделов.

## **Список литературы**

Список литературы должен включать наименование работ, источников, которые были непосредственно использованы в основной и практической частях курсовой работы. Список должен оформляться в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1 – 2003, ГОСТ 7.0.5-2008.

## **Приложения**

Материалы, которые носят вспомогательный характер и могут загромождать основную и практические части работы помещают в приложения. К ним относятся: справочные материалы, объемные таблицы данных, технологические схемы, нормативные документы и т.д.

## **4. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

При подготовке к защите курсовой работы студент должен:

- завершить оформление курсовой работы;
- подготовить электронный учебник, созданный в ходе выполнения курсовой работы;
- сдать руководителю оформленную курсовую работу.

Работу проверяет руководитель и выставляет на титульном листе отметку о допуске к защите.

На защите студент представляет электронный учебник перед студентами (2-5 мин.).

После доклада студенту задаются вопросы. При ответе на вопросы студент должен показать умение в отстаивании своей точки зрения по заданным вопросам.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Горно-технологический факультет  
Кафедра Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях

## КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине  
«Информационные технологии в техносферной безопасности»

на тему:

**Тема курсовой работы без кавычек**

Выполнил студент группы ХХХ

---

*(фамилия, имя, отчество)*

Проверил

---

*(должность, фамилия, имя, отчество)*

Екатеринбург  
г 2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

***МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И  
ЗАДАНИЯ К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ  
РАБОТЕ***

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**

Направление  
***20.03.01 Техносферная безопасность***

Профиль  
***Экспертиза и аудит промышленной и пожарной  
безопасности***

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

## 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».

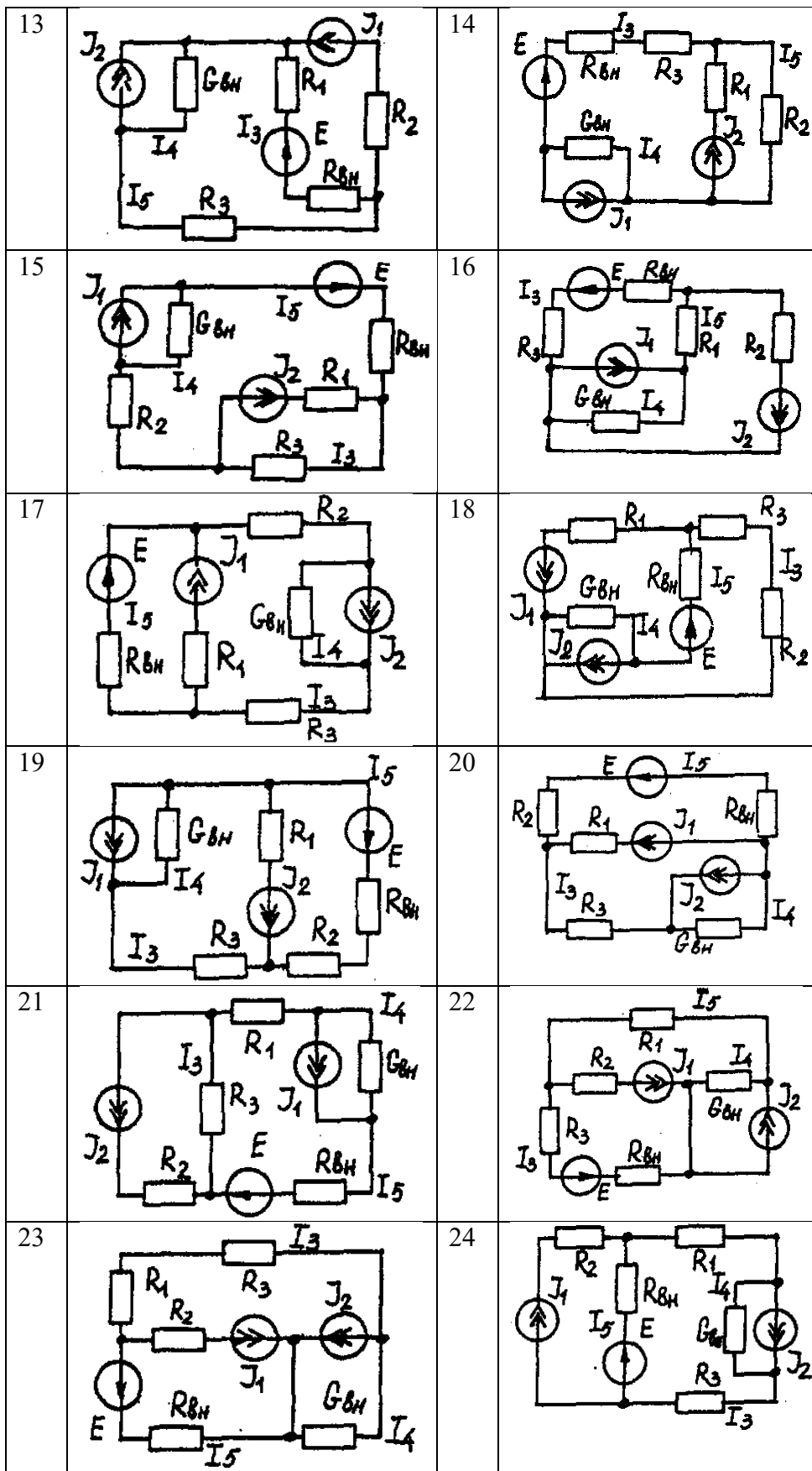
### ***Выполнение контрольных заданий.***

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							
	Е, 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.

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

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).

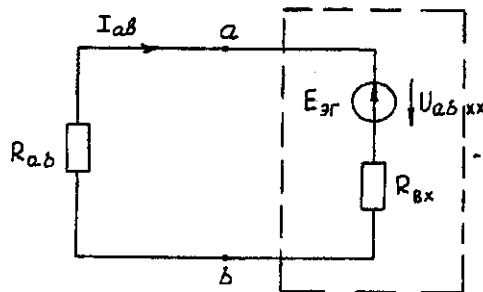


Рис. 1.1. К методу эквивалентного генератора

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.

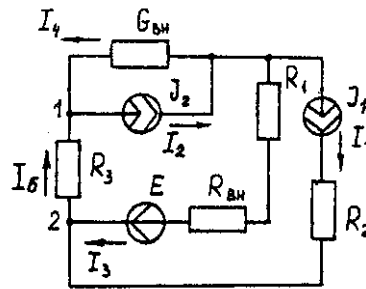


Рис. 1.2. Схема заданной электрической цепи

### 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.)

$$\left. \begin{aligned} I_4 - J_2 + I_5 &= 0; \\ I_2 + J_1 - I_5 &= 0; \\ I_5 R_3 - I_4 1/G_{вн} + I_2(R_1 + R_{вн}) &= E \end{aligned} \right\} (1.4)$$

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

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.

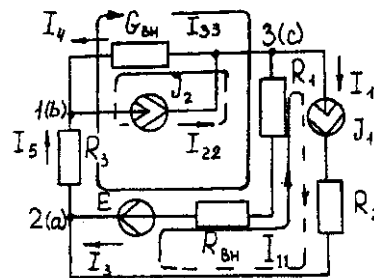


Рис. 1.3. Схема электрической цепи для метода контурных токов

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  $I_{33}$

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

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

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:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 G_{11} - \varphi_2 G_{12} &= I_{11} \\ -\varphi_1 G_{21} - \varphi_2 G_{22} &= I_{22} \end{aligned} \right\} (1.7)$$

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

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

$$\left. \begin{aligned} 0,7\varphi_1 - 0,2\varphi_2 &= -8; \\ -0,2\varphi_1 - 0,28\varphi_2 &= 9 \end{aligned} \right\}$$

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

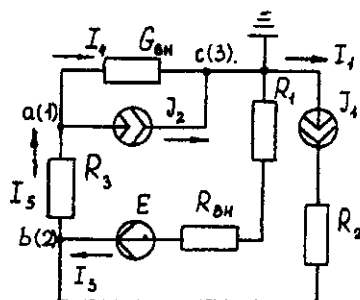


Рис. 1.4. Схема электрической цепи для метода узловых потенциалов

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 ( $J_1$ ).

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

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

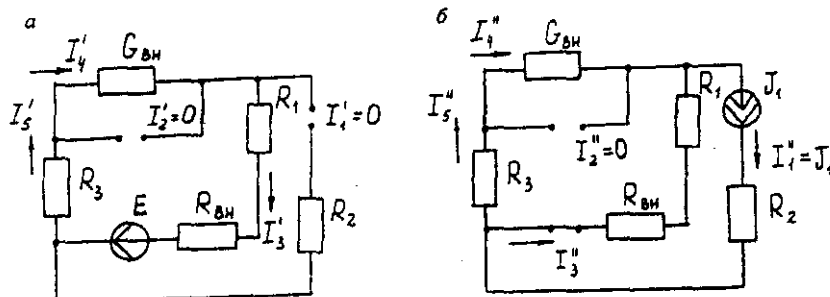


Рис. 1.5. Схема электрической цепи для метода наложения при исключении источника тока (а) и вызванные источником тока (б)



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 ( $J_2$ ).

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

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

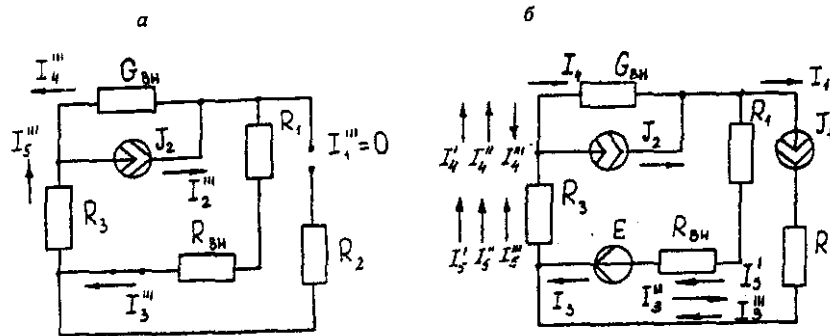


Рис. 1.6. Схема электрической цепи для определения составляющих токов в ветвях, вызванных источником тока (а) и при исключении (б)

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.

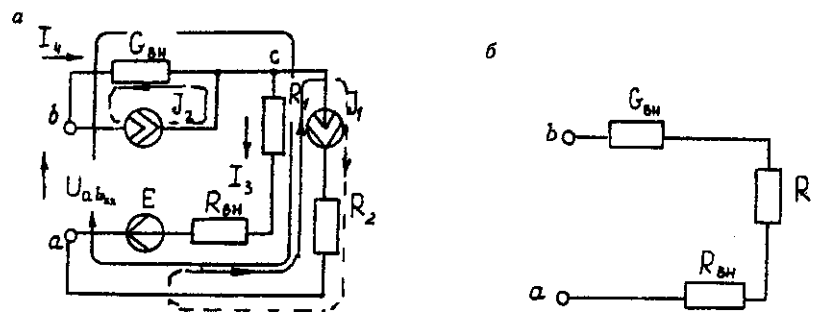


Рис. 1.7. Схема электрической цепи для метода эквивалентного генератора: а - исходная; б - преобразованная

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  $i = \int(\omega t), u = \int(\omega t), f = 50 \text{ Гц}, \psi_1 = 0$

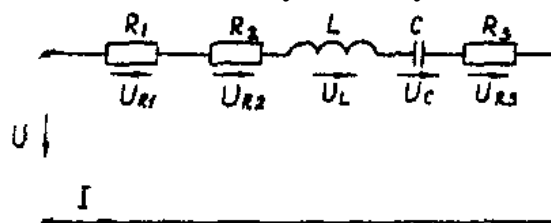


Рис. 2.1. Неразветвленная электрическая  
цепь

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	$R_1, \text{ Ом}$	$R_2, \text{ Ом}$	$L, \text{ Гн}$	$C, \text{ мкФ}$	$R_3, \text{ Ом}$	$U_{R1}, \text{ В}$	$U_{R3}, \text{ В}$
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.

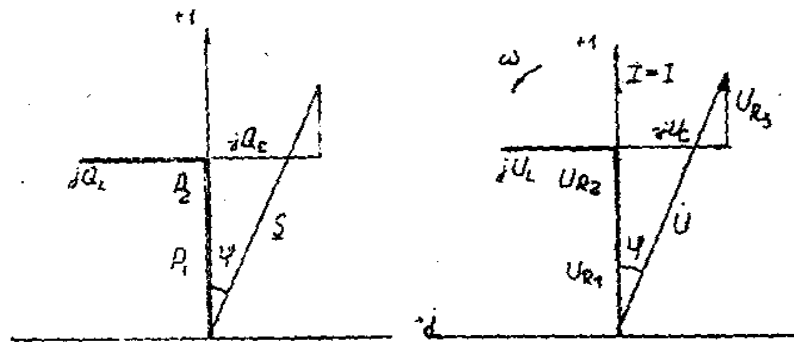


Рис. 2.1,с

Рис. 2.1,в

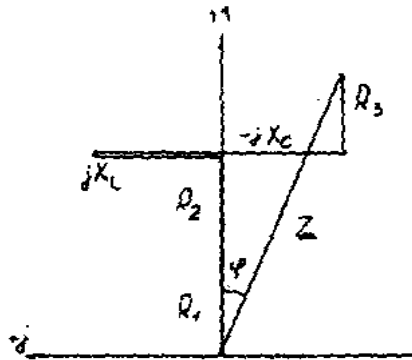


Рис. 2.1,а

## 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  $i = \int(\omega t), u = \int(\omega t), f = 50 \text{ Гц}, \psi_1 = 0$

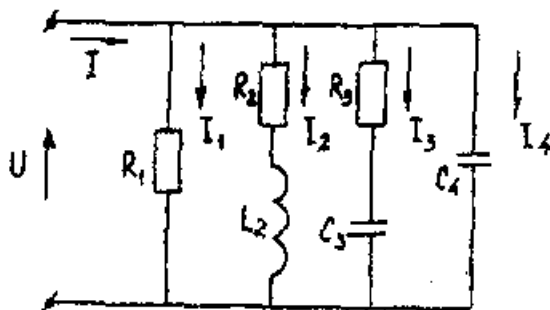


Рис. 2.2. Разветвленная электрическая цепь

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

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

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

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 отдельно 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.

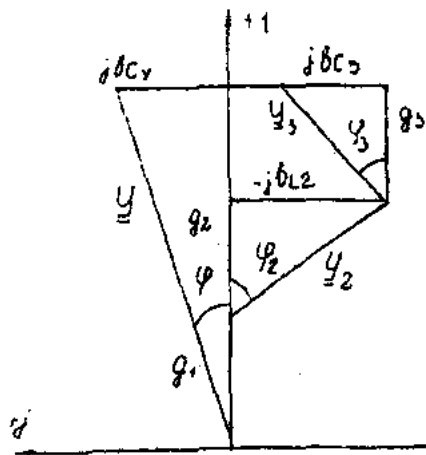


Рис. 2.2.а

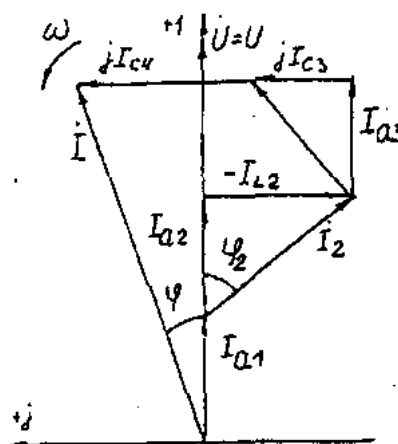


Рис. 2.2.в

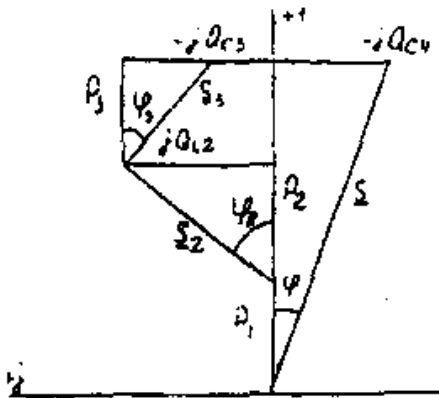


Рис. 2.2.с

### 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	



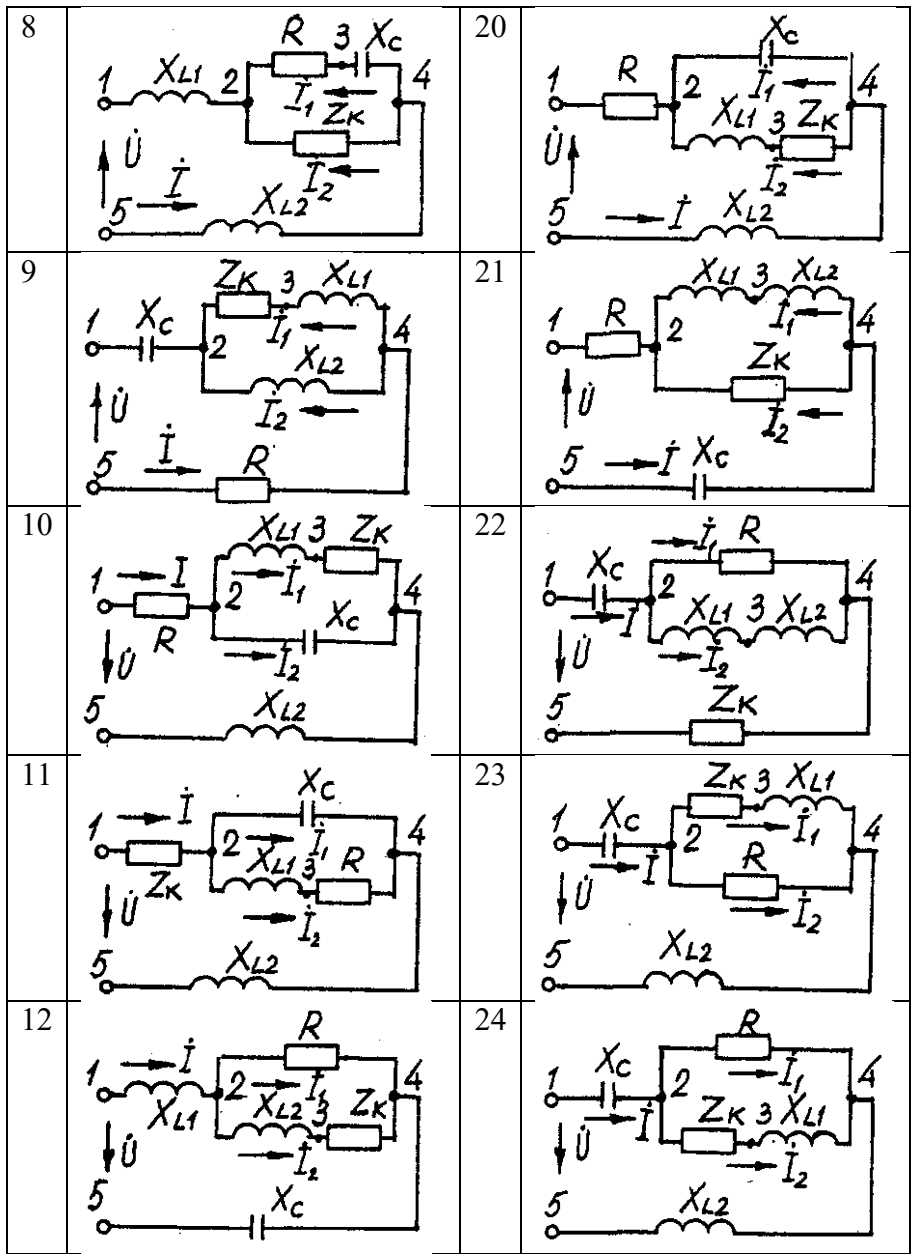


Таблица 2.4

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.

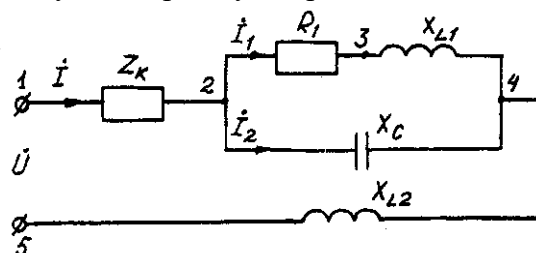


Рис. 2.3. Схема электрической цепи

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:

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

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

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).

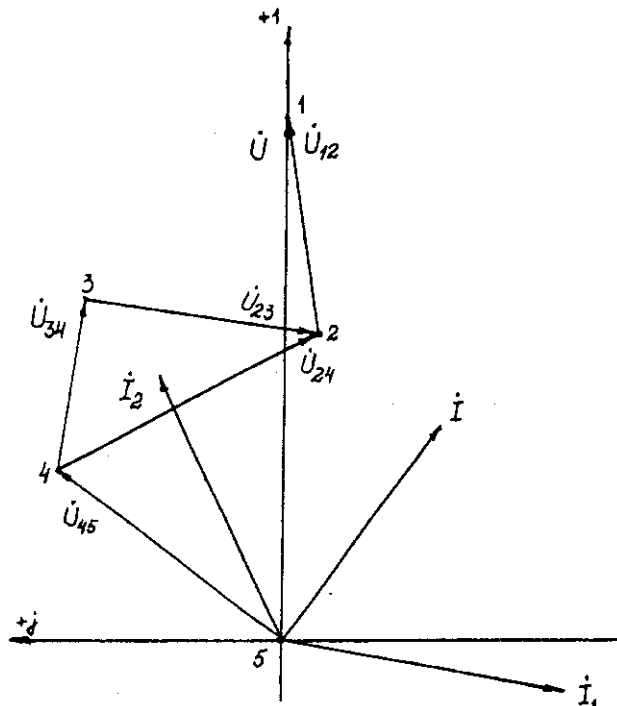


Рис. 2.4. Векторная диаграмма токов и напряжений

## Задача 3. РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

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

Номер вариан- та	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.

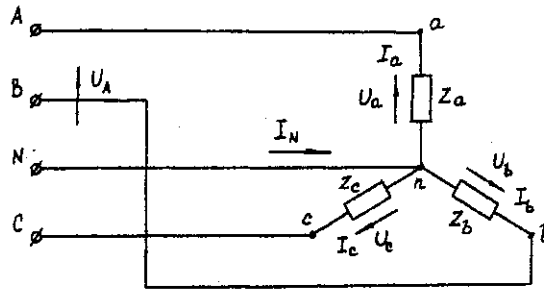


Рис. 3.1. Соединение фаз приемника звездой

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.

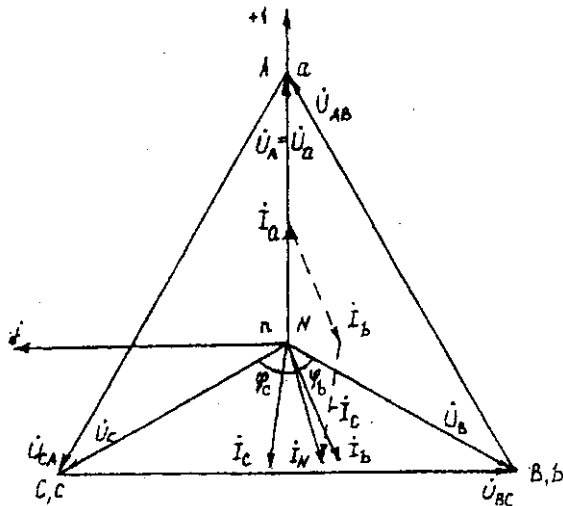


Рис. 3.2. Векторная диаграмма напряжений и токов

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.

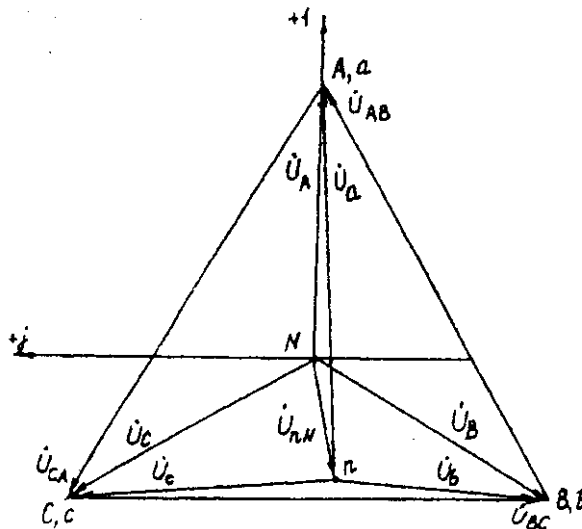


Рис. 3.3. Векторная диаграмма напряжений генератора и нагрузки

### 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.

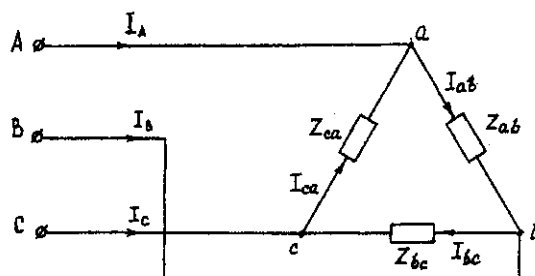


Рис. 3.4. Соединение фаз приемника треугольником

#### 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:

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



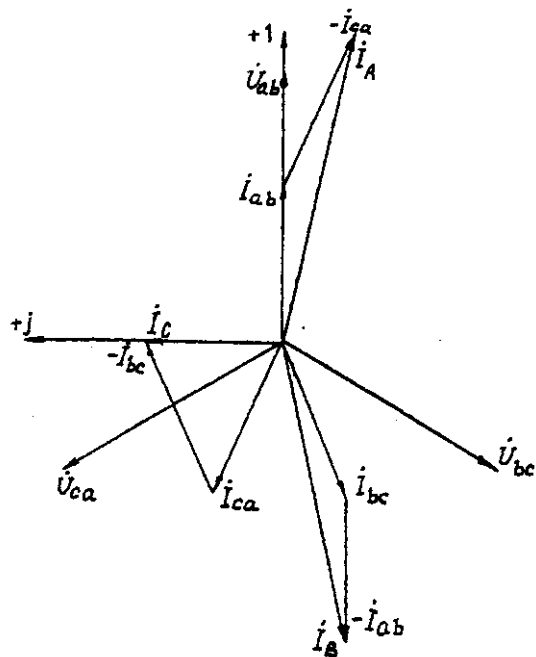


Рис. 3.5. Векторная диаграмма напряжений и токов

#### 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  $Z_{Л2}$ .

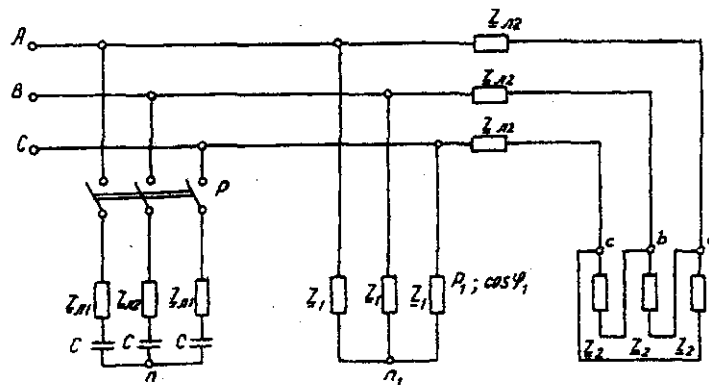


Рис. 4.1. Электрическая схема трехфазных потребителей

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

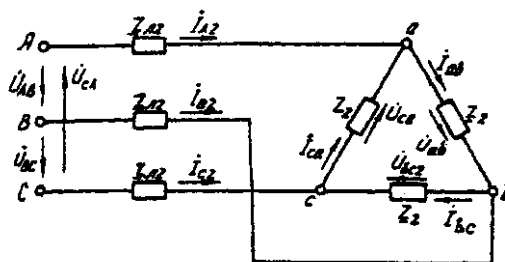


Рис. 4.2. Треугольник сопротивлений второго приемника

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).

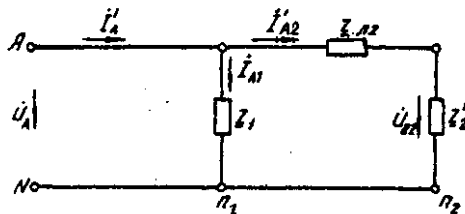


Рис. 4.3. Расчетная схема токов в фазе А

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:

$$\begin{aligned} \dot{I}_{A2} &= \frac{\dot{U}_A}{Z_{\Sigma 2}} = \frac{127}{5,89 e^{j41^{\circ}48'}} = 21,52 e^{-j41^{\circ}48'}; \\ \dot{I}_{B2} &= 21,52 e^{j161^{\circ}48'}; \\ \dot{I}_{C2} &= 21,52 e^{j78^{\circ}12'}. \end{aligned}$$

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

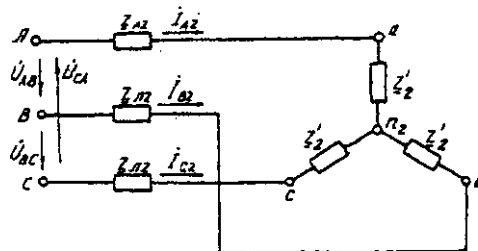


Рис. 4.4. Эквивалентная звезда второго приемника

Фазные напряжения эквивалентной звезды, В:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{a2} &= \dot{U}_A - \dot{I}_{A2} \cdot Z_{Л22} = 127 - 21,52 e^{-j41^{\circ}48'} \cdot 2,13 e^{j48^{\circ}49'} = 81,59 - j5,58 = 81,78 e^{-j3^{\circ}55'}; \\ \dot{U}_{b2} &= 81,78 e^{j123^{\circ}55'}; \\ \dot{U}_{c2} &= 81,78 e^{j116^{\circ}05'}. \end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned} \dot{I}_{ab} &= \frac{\dot{U}_{ab2}}{Z_{\Sigma 2}} = \frac{141,65 e^{j26^{\circ}05'}}{11,42 e^{j41^{\circ}48'}} = 12,42 e^{-j11^{\circ}47'}; \\ \dot{I}_{bc} &= 12,42 e^{j131^{\circ}47'}; \\ \dot{I}_{ca} &= 12,42 e^{j108^{\circ}13'}. \end{aligned}$$

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:

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

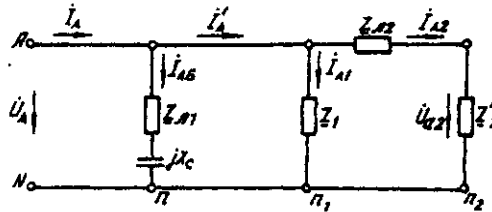


Рис. 4.5. Расчетная схема токов в фазе А с учетом батареи конденсаторов

9. Определяем фазные токи батареи конденсаторов, А:

$$\underline{I}_{A0} = \frac{\underline{U}_A}{\underline{Z}_0} = \frac{127}{4,73 e^{-j68^{\circ}55'}} = 9,66 + j25 = 26,85 e^{68^{\circ}55'}$$

$$\underline{I}_{B0} = 26,85 e^{j51^{\circ}05'} \text{ А}; \quad \underline{I}_{C0} = 26,85 e^{j188^{\circ}55'}$$

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

$$\underline{I}_A = \underline{I}_{A0} + \underline{I}'_A = 9,66 + j25 + 26,5 - j25 = 36,16;$$

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

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).

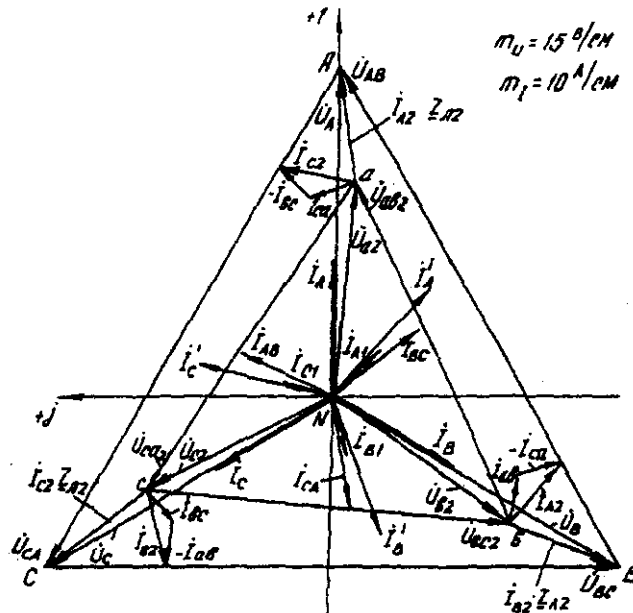


Рис. 4.6. Векторная диаграмма

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.

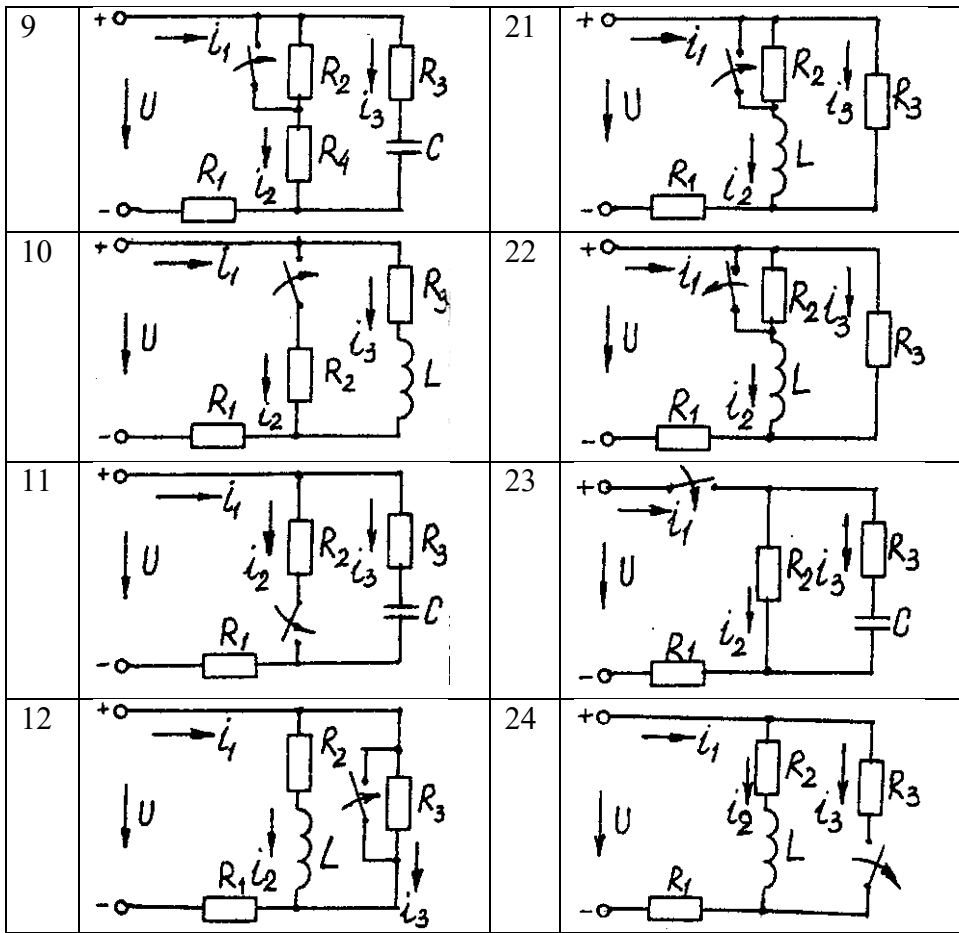
Характеристическое уравнение составляется по однородному дифференциальному уравнению.

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

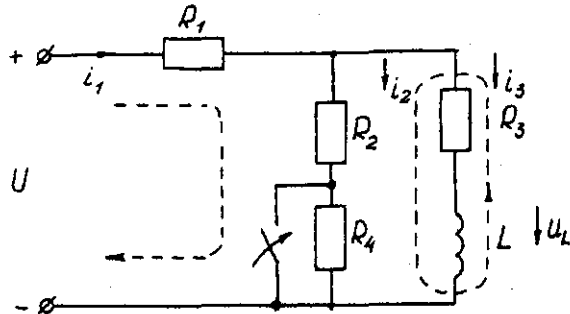


Рис. 5.1. Схема электрической цепи

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)

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

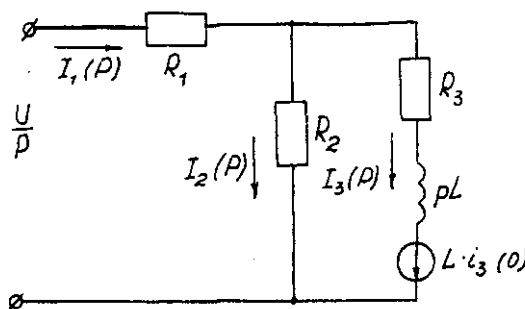


Рис. 5.2. Операторная схема замещения электрической цепи

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.

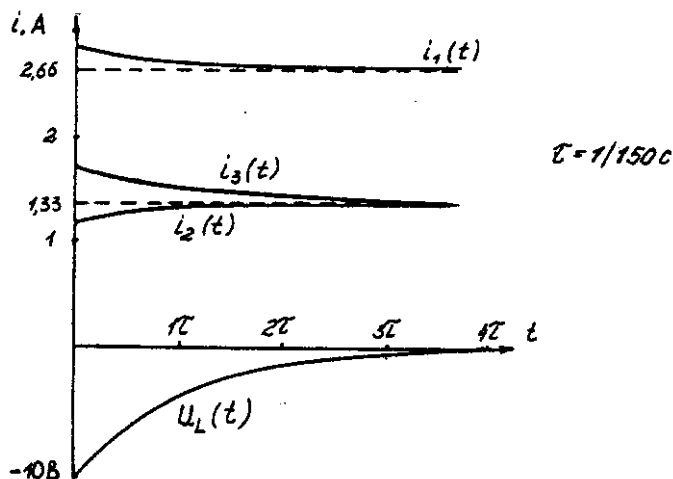


Рис. 5.3. Временные диаграммы токов и напряжения на индуктивности

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

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

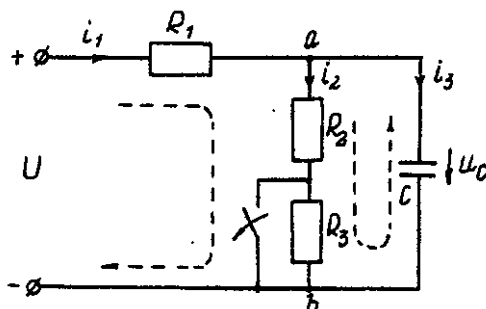


Рис. 5.4. Схема электрической цепи

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:

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

На рис. 5.5 представлены переходные характеристики токов и напряжения на емкости.

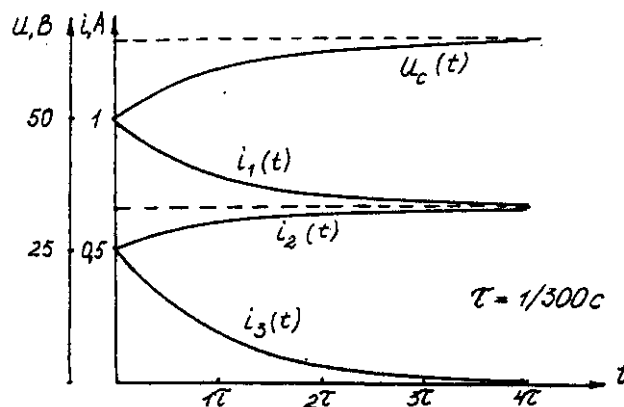


Рис. 5.5. Временные диаграммы токов и напряжения на емкости

**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)

$$\begin{cases} I_1(p) = I_2(p) + 100 \cdot 10^{-6} [pU_C(p) - u_C(0)]; \\ I_1(p)50 + [I_2(p)(50 + 50)] = \frac{100}{p}; \\ [I_2(p)(50 + 50)] - U_C(p) = 0. \end{cases} \quad (5.17)$$

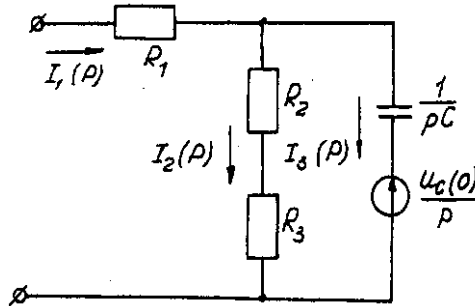


Рис. 5.6. Операторная схема замещения электрической цепи

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.

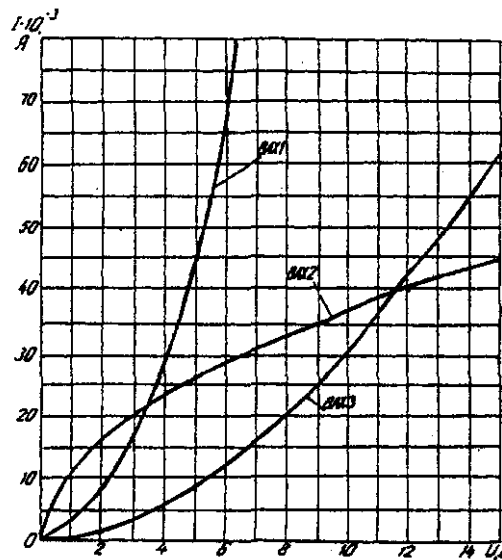


Рис. 6.1. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов

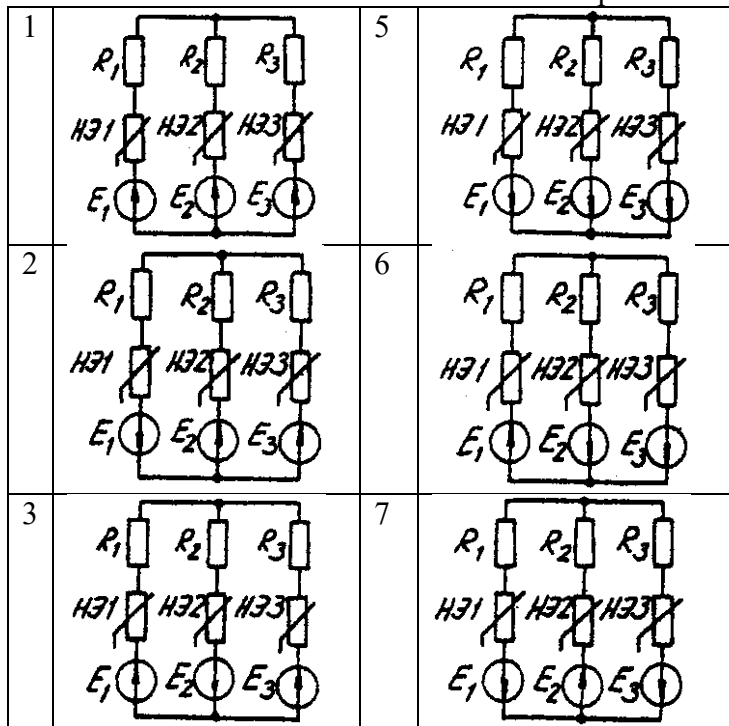
**Методические указания.**

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



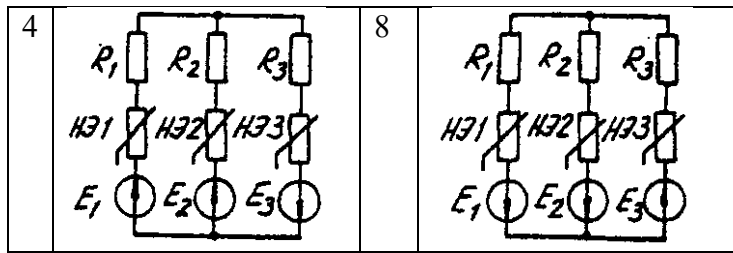




Таблица 6.2

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.

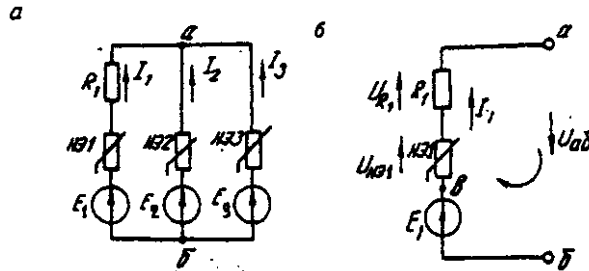


Рис. 6.2. Заданная (а) и расчетная (б) электрические схемы

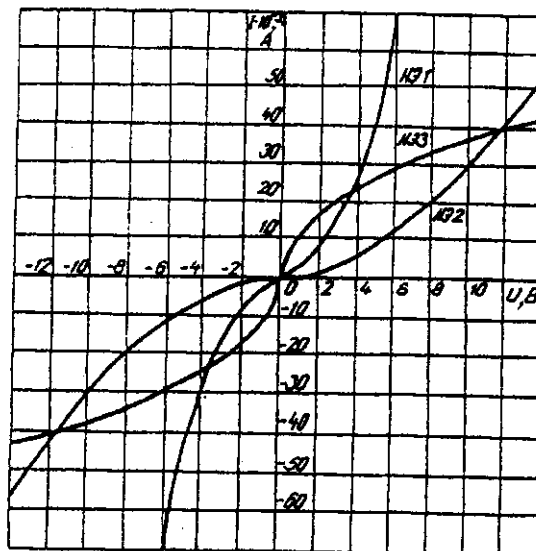


Рис. 6.3. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов

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  $I_1 = f(U_{a6})$ .

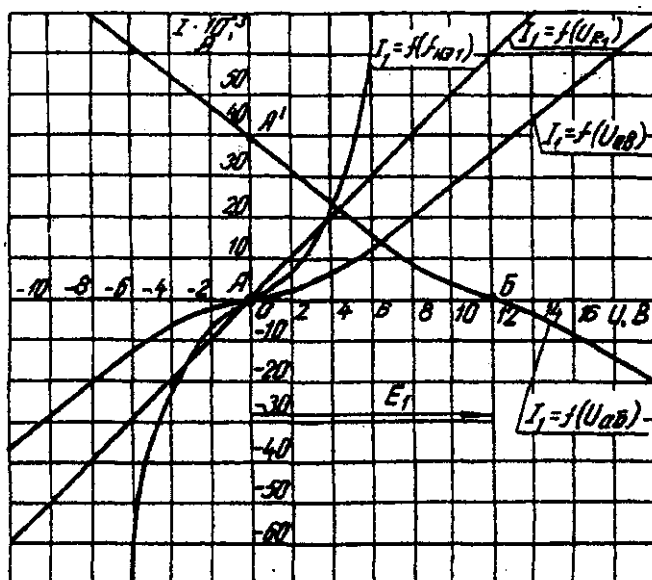


Рис. 6.4. Вольт-амперные характеристики первого нелинейного элемента

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

$$I_1 = 15 \cdot 10^{-3};$$

$$I_2 = 5 \cdot 10^{-3};$$

$$I_3 = -20 \cdot 10^{-3} \text{ в}$$

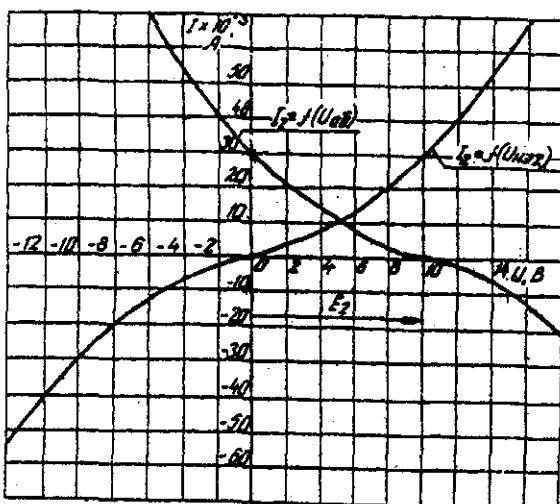


Рис. 6.5. Вольт-амперные характеристики второго нелинейного элемента

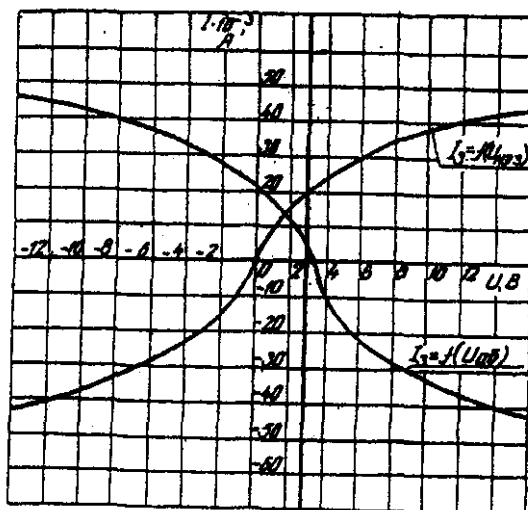


Рис 6.6. Вольт-амперные характеристики третьего нелинейного элемента  
Сделаем проверку

$$I_1 + I_2 + I_3 = 15 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-3} - 20 \cdot 10^{-3} = 0 \text{ A.}$$

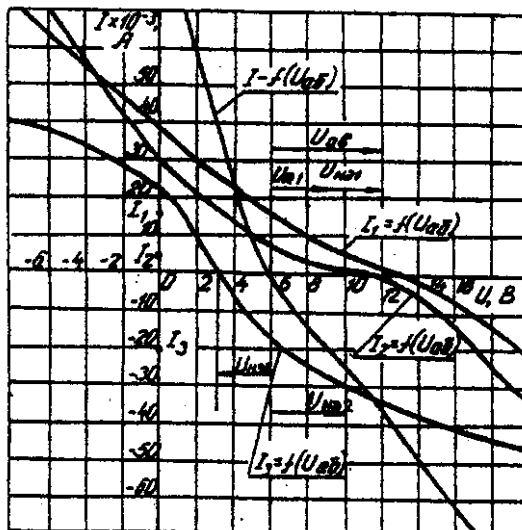


Рис. 6.7. Результирующие вольт-амперные характеристики  
Располагая построенными характеристиками, легко находим напряжения на всех нелинейных элементах цепи (см. рис. 6.7):  
 $U_{НЭ1} = 3$ ;  $U_{НЭ2} = 2$ ;  $U_{НЭ3} = 3$ .

## 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).

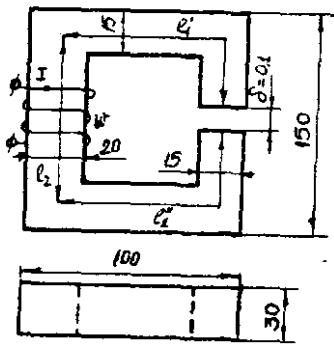


Рис. 7.1. Неразветвленная магнитная цепь

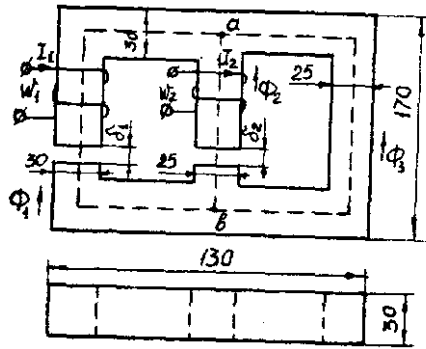


Рис. 7.2. Разветвленная магнитная цепь

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 в магнитной цепи, называют произведением  $H_{AB}$ . Здесь  $l$  - длина пути между точками а и в.

Магнитное напряжение измеряют в амперах (А).

Если участок магнитной цепи между точками а и в 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:

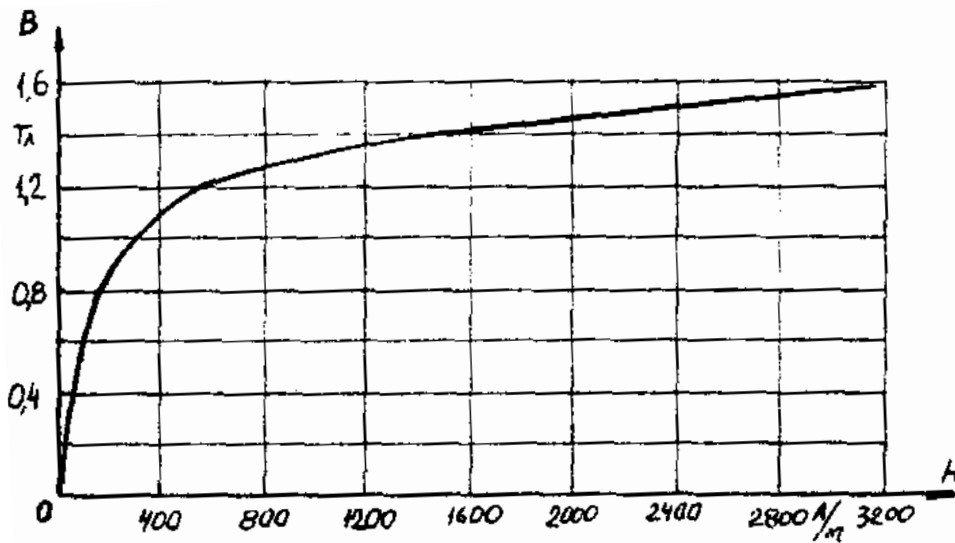


Рис. 7.4. Кривая намагничивания

$$l_1 = l'_1 + l''_1 = 30 \text{ см}$$

$$S_1 = 4,5 \text{ см}^2$$

$$l_2 = 13,5 \text{ см}$$

$$S_2 = 6 \text{ см}^2$$

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	$22,5 \cdot 10^{-5}$	$49,5 \cdot 10^{-5}$	$54 \cdot 10^{-5}$	$58,5 \cdot 10^{-5}$

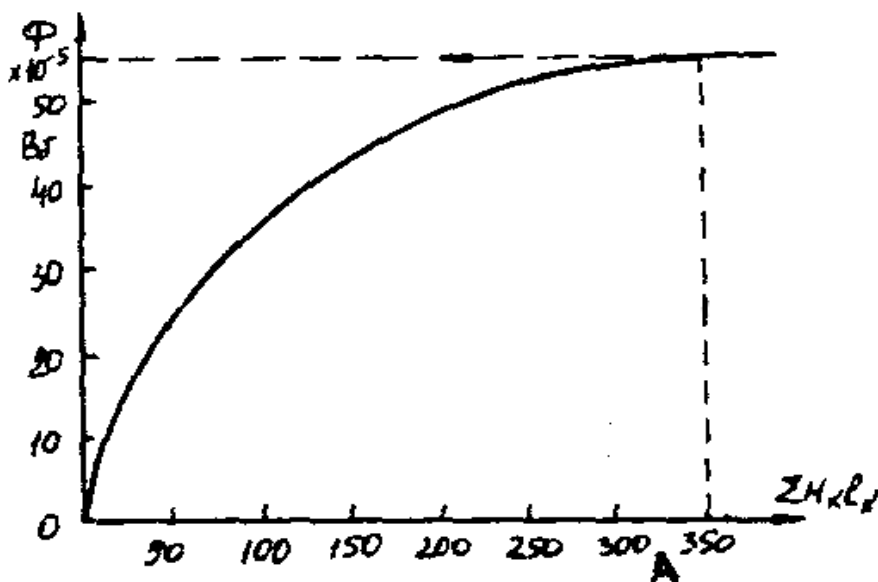


Рис. 7.5. Вебер-амперная характеристика цепи

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».

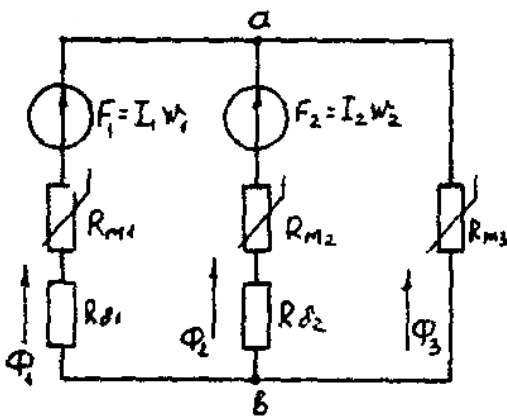


Рис. 7.6. Схема замещения магнитной цепи

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

$$\Phi_2 = f(U_{M2}) \text{ (кривая 2 рис. 7.7)}$$

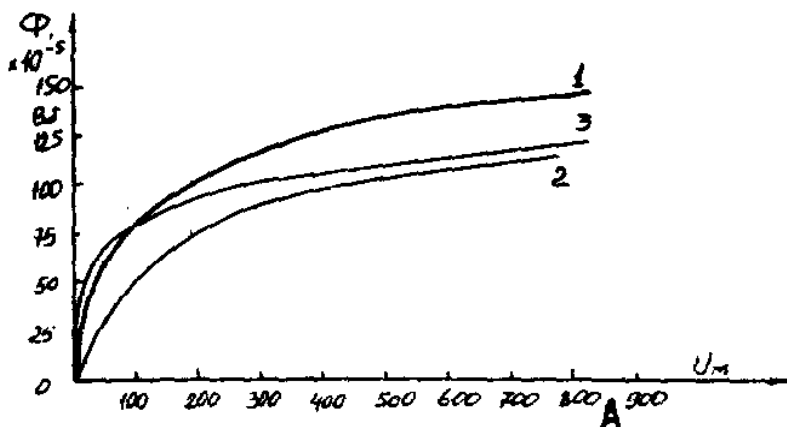


Рис. 7.7. Вебер-амперные характеристики ветвей

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

$$\Phi_2 = \int(U_{Mab}) \text{ (рис. 7.8).}$$

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

$$\Phi_3 = \int(U_{Mab}) \text{ (рис. 7.8)}$$

$$U_{Mab} = U_{M1}$$

Зависимость

$$\Phi_3 = \int(U_{Mab}) \text{ так же, как}$$

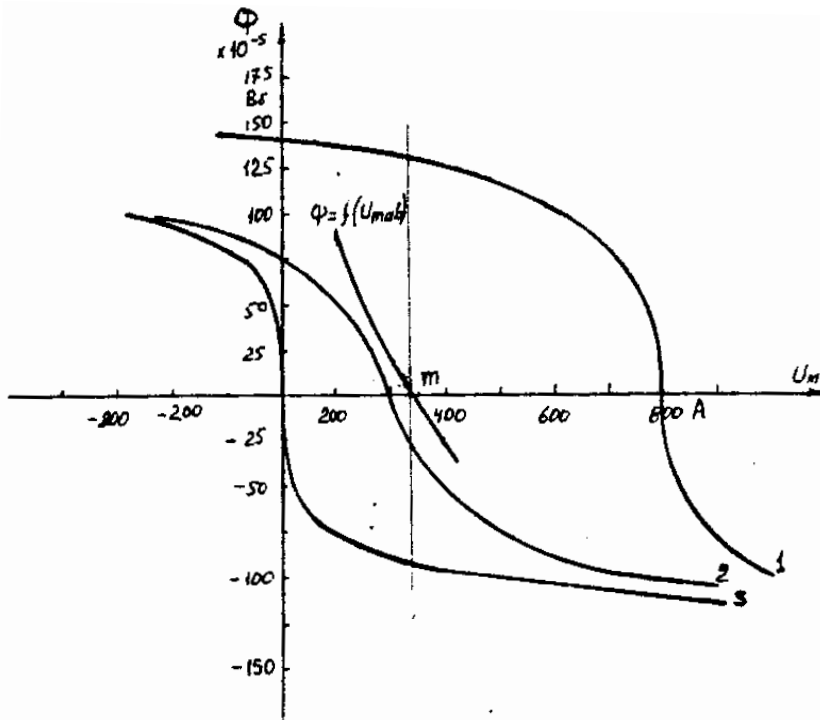


Рис. 7.8. Графическое решение задачи

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;

$$\Phi_1 = 126,2 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}; \Phi_2 = -25 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}; \Phi_3 = -101,2 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}.$$

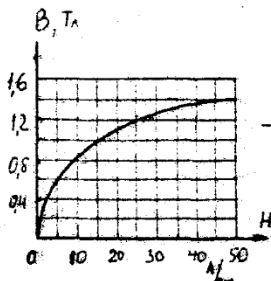
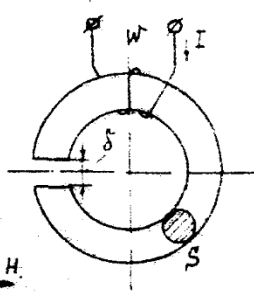
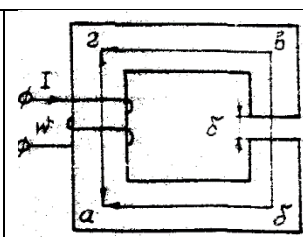
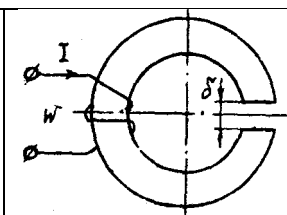
В результате расчета потоки  $\Phi_2$  и  $\Phi_3$ , оказались отрицательными. Это означает, что в действительности они направлены противоположно выбранным ранее для них направлениям, показанным на рис. 7.2 и рис. 7.6.

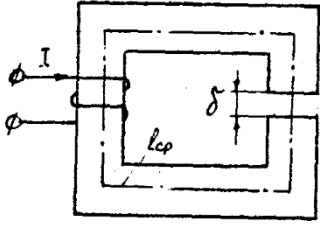
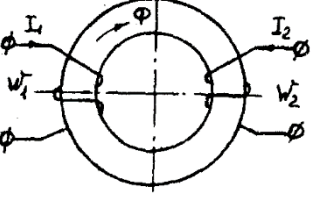
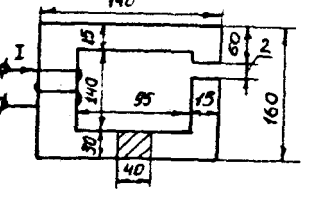
Задания к задаче 7.1.

Таблица 7.3

Номер варианта	Содержание задания

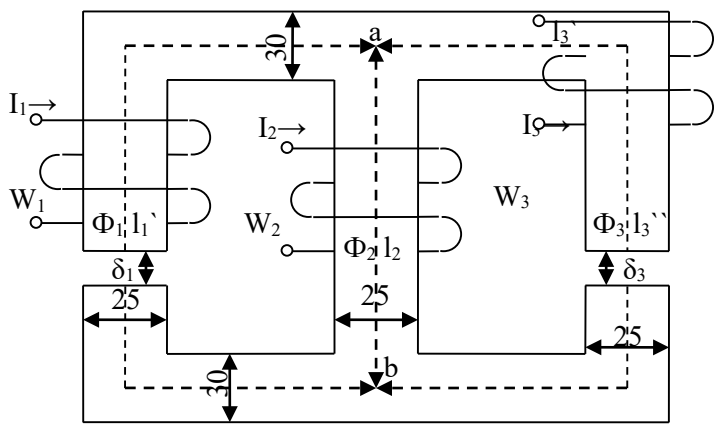
1	<p>Катушка с количеством витков <math>w = 1000</math> равномерно намотана на ферромагнитный сердечник с размерами: <math>R_1 = 8</math> см; <math>R_2 = 12</math> см, <math>h = 15</math> см. Значение магнитного потока <math>\Phi = 0,025</math> Вб, магнитная проницаемость <math>\mu = 2080</math>. Определить 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	 <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>	

	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>abvg</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       $S_1 = 9$  см<sup>2</sup>       $U_{Mab} - ?$
- $I_2 = 0,138$  м       $S_2 = 7,5$  см<sup>2</sup>       $\Phi = \int (U_{ab})$
- $I_3'' = 0,14$  м       $S_3'' = 7,5$  см<sup>2</sup>       $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3 - ?$
- $I_3' = 0,1$  м       $S_3' = 9$  см<sup>2</sup>

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;

$P_{он}$  - 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:  $R_m$ ,  $X_m$ ,  $R_l$ ,  $R'_2$ ,  $X_l$ ,  $X'_2$  (при расчете полагать  $R_l = R_2$  и  $X_l = X'_2$ ). 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	4АНК1804УЗ	4	22,0	87,0	0,86	1423	3,2	0,163	299	0,190	0,315
19	4АНК180М4УЗ	4	30,0	90,0	0,86	1450	3,2	0,097	291	0,088	0,164
20	4АНК1806УЗ	6	13,0	83,5	0,81	940	3,0	0,363	204	0,173	0,240
21	4АНК180М6УЗ	6	18,5	85,0	0,82	941	3,0	0,241	336	0,326	0,466
22	4АНК200М6УЗ	6	22,0	89,0	0,81	967	3,0	0,1505	379	0,201	0,514
23	4АНК1808УЗ	8	11,0	85,0	0,76	711	3,2	0,417	315	0,431	0,640
24	4АНК180М8УЗ	8	14,0	86,5	0,77	722	3,5	0,303	307	0,235	0,392
25	4АНК200М8УЗ	8	18,5	86,5	0,78	721	2,5	0,242	382	0,283	0,734
26	4АНК2008УЗ	8	22,0	86,0	0,79	713	2,5	0,1905	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.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

***МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ***

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**

Направление  
***20.03.01 Техносферная безопасность***

Профиль  
***Экспертиза и аудит промышленной и пожарной  
безопасности***

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

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 НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-методическому  
комплексу

С.А.Уповор

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ,  
МЕТРОЛОГИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»**

Направление подготовки:  
**20.03.01 Техносферная безопасность**

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Автор: Новикова Н.А.

Одобрена на заседании кафедры

Геологии и защиты в  
чрезвычайных ситуациях

(название кафедры)

Зав.кафедрой

(подпись)

Стороженко Л.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 09.09.2021

(Дата)

Рассмотрена методической  
комиссией

Горно-технологического  
факультета

(название факультета)

Зав.кафедрой

(подпись)

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 08.10.2021

(Дата)

Екатеринбург  
г 2021

Основная цель изучения дисциплины «Стандартизация, метрология и сертификация» — формирование у студента знаний в областях теоретической метрологии, стандартизации и сертификации, а также практических навыков работы с нормативно-технической документацией и средствами измерения физических величин. Знания метрологии, стандартизации и сертификация являются инструментами обеспечения безопасности и качества продукции, работ и услуг. Проблема качества продукции актуальна для всех стран мира, независимо от зрелости рыночной экономики. Программа дисциплины предусматривает постановку задач, изучения принципов и методов стандартизации, структуры и организации метрологической службы и метрологического обеспечения производства; принципов единства и достоверности измерений; изучение современных требований к качеству продукции, работы и услуг;

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;
- применять основные правила и документы систем сертификации Российской Федерации.

обучающийся должен знать:

- основные понятия и определения метрологии, стандартизации и сертификации, допусков и посадок, систем качества;
- основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации.

Целью настоящих методических указаний является оказание помощи студентам очного и заочного обучения в изучении программного материала и выполнении контрольной работы по дисциплине «Стандартизация, метрология и сертификация».

Учебная работа студента-заочника при изучении курса складывается из следующих этапов: самостоятельного изучения курса по рекомендуемым учебникам и учебным

---

пособиям; посещения установочных, консультационных занятий, проводимых преподавателями в период экзаменационных сессий;

Основной формой обучения студента-заочника является систематическая самостоятельная работа над учебным материалом (рекомендуемые учебники и учебные пособия, научно-производственная, справочная, нормативная литература и другие законодательные акты).

Особенностью изучения дисциплины является постоянное обновление научно-технических документов, стандартов.

Студенты выполняют одну контрольную работу. Итоговый контроль проводится в форме зачета. К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие контрольную работу.

Весь материал дисциплины разбит на 3 раздела: метрология, стандартизация и сертификация

### **Метрология**

Методические указания к теме1 Метрология (metrology) — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Для получения достоверных результатов нужен единый научный и законодательный фундамент, обеспечивающий на практике высокое качество измерений независимо от того, где и с какой целью они проводятся.

Сейчас метрология подразделяется на теоретическую, законодательную и прикладную.

Измеряемыми величинами, с которыми имеет дело метрология в настоящее время, являются физические величины, т.е. величины, входящие в уравнения опытных наук (физики, химии и др.). Метрология проникает во все науки и дисциплины, имеющие дело с измерениями, и является для них единой наукой. К основным понятиям, которыми оперирует метрология, можно отнести следующие: физическая величина, единица физической величины, передача размера единицы физической величины, средства измерений физической величины, эталон, образцовое средство измерений, рабочее средство измерений, измерение физической величины, метод измерений, результат измерений, погрешность измерений, метрологическая служба, метрологическое обеспечение и др.

---

### **Основными задачами метрологии являются:**

- установление единиц физических величин, государственных и рабочих эталонов;
- разработка теории, методов средств измерений и контроля;
- обеспечение единства измерений;
- разработка методов оценки погрешностей, состояния средств измерения и контроля;
- разработка методов передачи единиц от эталонов рабочим средствам измерений.

Любой объект измерения (предмет, процесс, явление) можно охарактеризовать такими свойствами или качествами, которые проявляются в большей или меньшей степени, и, следовательно, подвергаются количественной оценке.

В измерении для количественного описания различных свойств, процессов и физических тел вводят понятие величины.

Величина может быть определена как то, что можно измерить, или исчислить.

Обычным объектом измерений являются физические величины, например длина, масса, время, температура и др.

Физическая величина (physical quantity) — одно из свойств физического объекта (физической системы, физического явления или процесса) общее в количественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Средства измерений. Эталон, образцовые и рабочие средства измерений. Поверка и калибровка средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные направления современной метрологии.
  2. История метрологии, роль измерений и значение метрологии в современном обществе.
  3. Назовите основные цели метрологии.
  4. Дайте характеристику основным разделам метрологии.
  5. Что является главной задачей метрологии как науки?
-

6. Какие величины в метрологии относят к реальным и идеальным?
7. Какие величины в метрологии относят к физическим и нефизическим?
8. На какие группы подразделяются физические величины?
9. Какие государственные органы контролируют качество и единство измерений?
10. Ответственность физических и юридических лиц за нарушение законодательства по метрологии.

По конструктивному исполнению средства измерений подразделяются на:

- меры;
- измерительные преобразователи;
- измерительные приборы;
- измерительные установки;
- измерительно-информационные системы.

Мера физической величины — средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью.

Измерительный преобразователь — техническое средство с нормированными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи.

Примеры измерительных преобразователей — термомпара, пружина динамометра, микрометрическая пара винт-гайка.

Измерительный прибор — средство измерений, предназначенное для получения значений физической величины в установленном диапазоне ее измерения в форме, удобной для восприятия наблюдателем.

Измерительная установка — совокупность объединенных технических средств измерений (измерительных приборов, мер, измерительных преобразователей) и других устройств, которое осуществляет перевод технической характеристики сигналов 8

---

измерительной информации в форму, подходящую для прямого восприятия наблюдателем, и размещенная стационарно.

Измерительная система (measuring system) — совокупность технических средств измерений и вспомогательных устройств, объединенных каналами связи, которое осуществляет перевод технической характеристики сигналов измерительной информации в форму, подходящей для автоматической обработки, передачи и использования в качестве управляющих сигналов.

Эталон — это средство измерения (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы физической величины и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений, утвержденное в качестве эталонов в установленном порядке.

Средства измерения высшей точности — эталоны — подразделяются на несколько категорий: первичный эталон, вторичный и рабочие эталоны (разрядные)

Эталон, воспроизводящий единицу с наивысшей в стране точностью, называется государственным первичным эталоном.

Поверка средств измерений — совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы (другими уполномоченными на то органами, организациями) с целью определения и подтверждения соответствия характеристик средства измерения установленным требованиям. Положительные результаты поверки средств измерений удостоверяются поверительным клеймом или свидетельством о поверке. (Обязательная процедура для средств измерений, подлежащих метрологическому контролю или надзору)

Калибровка средств измерений — это совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и/или пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору. Под пригодностью средства измерения подразумевается соответствие его метрологических характеристик ранее установленным техническим требованиям, которые могут содержаться в нормативном документе или определяться заказчиком. Вывод о пригодности делает калибровочная лаборатория. (Добровольная процедура)

Правовые основы метрологической службы Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ).

Метрологические службы РФ. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Виды метрологического контроля и надзора. Аккредитация метрологической службы. Ответственность за нарушение законодательства по метрологии.

## Вопросы для самоконтроля

1. История метрологии, роль измерений и значение метрологии в современном обществе.
2. Назовите основные цели и задачи метрологии.
3. Что является главной задачей метрологии как науки?
4. Международная система единиц физических величин?
5. Виды и методы измерений и контроля?
6. Виды средств измерений?
7. Метрологические характеристики средств измерений, классы точности приборов?
8. Погрешности измерений, классификация, причины возникновения?
9. Что такое поверка и калибровка средств измерений?
10. Какие государственные органы контролируют качество и единство измерений?

## Стандартизация

Нормативно-правовое регулирование системы стандартизации Национальная, международная и региональная системы стандартизации. Нормативные документы по стандартизации. Государственная система стандартизации. Принципы стандартизации. Эффективность работ по стандартизации. Органы и службы стандартизации Российской Федерации. Виды и категории стандартов. Порядок разработки национальных стандартов. Основные направления развития национальной системы стандартизации в Российской Федерации. Закон Российской Федерации «О техническом регулировании» в области технического регулирования и стандартизации. Органы и службы стандартизации Российской Федерации. Упорядочение в области технического регулирования. Техническое регулирование.

Стандартизация осуществляется на разных уровнях. Уровень стандартизации различается в зависимости от того, участники какого региона мира (географического, экономического, политического) принимают стандарт. В зависимости от уровня работ стандартизация может быть национальной, региональной и международной.

Национальная стандартизация — стандартизация, которая проводится на уровне одной страны.

---

Региональная стандартизация — стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов стран только одного экономического или географического региона мира.

Международная стандартизация — стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов всех стран.

Результатом работы по стандартизации является создание нормативных документов.

Нормативный документ — документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результаты. К документам в области стандартизации, используемым на территории РФ, относятся

- национальные стандарты;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- применяемые в установленном порядке классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- стандарты организаций;
- своды правил.

Участники работ по стандартизации, а также все документы по стандартизации образуют национальную систему стандартизации России.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Какие документы охватывают понятие «нормативные документы»?
  2. В каком источнике содержится информация о действующих государственных стандартах РФ?
  3. Как расшифровать аббревиатуру ГОСТ?
  4. Назовите объекты стандартизации.
  5. Организация работ по стандартизации в РФ.
  6. Характеристика стандартов разных видов и разных категорий.
  7. Порядок разработки государственных стандартов.
-



8. Какие из перечисленных документов содержат обязательные требования: государственные стандарты, кодексы установившихся практики, регламенты, отраслевые стандарты, общероссийские классификаторы, стандарты общественных объединений?

9. Техническое регулирование, цели?

10. Назовите методы стандартизации?

11. Межгосударственная и международная стандартизация?

## Сертификация

Сертификация как процедура подтверждения соответствия Основные термины и определения в области сертификации; добровольная и обязательная сертификация, ее задачи и цели, органы и системы сертификации и их аккредитация. Схемы сертификации. Органы сертификации, испытательные лаборатории. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий. Международная сертификация

В последнее время в практике поставок продукции важную роль стали играть документы, подтверждающие соответствие поставляемой продукции требованиям, установленным в стандартах и других нормативных документах. Эти подтверждающие документы являются результатом процедуры, в которой участвуют три стороны. Участвующие стороны представляют интересы поставщиков (первая сторона) и покупателей (вторая сторона). Третья сторона (лицо или орган) признается независимой от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе.

К объектам сертификации относятся не только продукция, но и услуги, системы качества, персонал, рабочие места и др. Поскольку сертификация является одним из видов деятельности по оценке соответствия, то ниже рассматриваются некоторые термины и определения.

Оценка соответствия — прямое или косвенное определение соблюдения требований, предъявляемых к объекту.

Подтверждение соответствия — документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Подтверждение соответствия может носить добровольный (в форме добровольной сертификации) или обязательный (в формах принятия декларации о соответствии и обязательной сертификации) характер.

---

В соответствии с положениями закона «О техническом регулировании» подтверждение соответствия направлено на достижение следующих целей:

- удостоверения соответствия продукции, процессов проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, утилизации, работ, услуг или иных объектов техническими регламентами, стандартами, условиями договоров;
- содействие приобретателям в компетентном выборе продукции, работ, услуг;
- повышение конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;
- создание условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории РФ, а так же для осуществления международного экономического, научно-технического и международной торговли, коммерческой тайны в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия.

Подтверждение соответствия может осуществляться в обязательной (обязательной сертификации) и добровольной формах (добровольной сертификации).

Обязательная сертификация является формой государственного контроля и может осуществляться лишь в случаях, предусмотренных законодательными актами РФ, т. е. законами и нормативными актами Правительства РФ. Основная цель проведения обязательной сертификации товаров (работ, услуг) — подтверждение их безопасности для жизни, здоровья потребителя, окружающей среды и предотвращение причинения вреда имуществу потребителя.

Добровольная сертификация проводится по инициативе заявителей (изготовителей, продавцов, исполнителей) в целях подтверждения соответствия продукции (услуг) требованиям стандартов, технических условий и других документов, определяемых заявителем.

Основная цель проведения добровольной сертификации — обеспечение конкурентоспособности продукции (услуги) предприятия; реклама продукции (услуги), соответствующей не только требованиям безопасности, но и требованиям, обеспечивающим качество выпускаемой продукции (услуги). Таким образом, добровольная сертификация решает более широкий круг задач и является более привлекательной и информативной для покупателя, чем обязательная.

---

Сертификаты соответствия вступают в силу с даты их регистрации в установленном порядке. Срок действия сертификата устанавливает орган по сертификации, не более чем на 3 года.

Схемы сертификации Схема сертификации — это определенный порядок действий, доказывающий, что продукт соответствует заданным государством требованиям. Только после того, как продукция или услуга пройдет сертификацию по определенной схеме, выдается сертификат. Различия в схемах связаны с видом и объемом выпускаемой продукции, а так же с целями проведения сертификации товаров.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Что входит в понятие «сертификация»?
2. Какие законодательные акты регламентируют проведение сертификации?
3. Какие бывают виды сертификации?
4. В чем состоят общие цели обязательной и добровольной сертификации?
5. Назовите законодательные акты, предусматривающие обязательную сертификацию.
6. В чем сходство обязательной сертификации и декларирования соответствия?
7. Кем утверждаются перечни продукции, подлежащей обязательной сертификации?
8. Какая сторона подтверждает соответствие: первая, вторая или третья? качества на транспорте.

#### Учебная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
2	Сергеев А. Г., Латышев М. В, Терегеря В. В Метрология. Стандартизация. Сертификация : учебное пособие 2-е изд, перераб. и доп. - Москва : Логос, 2005. - 560 с.	64
3	<u>Лифиц И.М.</u> Основы стандартизации, метрологии, сертификации : учебник / Иосиф Моисеевич Лифиц И. М. - 6-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2007. - 350 с.	16
4	<u>Крылова Г. Д.</u> Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учебник для вузов / - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : ЮНИТИ-	20

	ДАНА, 2006. - 671 с.	
--	----------------------	--

#### Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.	Эл. ресурс
2	ГОСТ Р 40.003-96 Система сертификации. ГОСТ Р . Регистр систем качества. Порядок проведения сертификации систем качества	Эл. ресурс
	ГОСТ Р 8.000-2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения.	Эл. ресурс
3	<u>Радкевич, Я. М.</u> Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Московский гос. горный университет. - Москва : Изд-во МГГУ, 2003. - 788 с	3
4	Рябов В.Ю. Метрология, стандартизация и сертификация: конспект лекций, УГГУ, Екатеринбург 2006-82 с.	47

#### Законодательные документы

1. Конституция Российской Федерации (принята 12.12.1993).
2. Закон Российской Федерации от 07.02.1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей».
3. Закон Российской Федерации от 26.06.2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
4. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184 «О техническом регулировании».

#### Дополнительные источники:

1. ГОСТ Р 51672—2000 «Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия». Основные положения.
  2. ГОСТ 8.315—97 «Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов» Основные положения.
  3. ГОСТ 8.563—96 «Государственная система обеспечения единства измерений». Методики выполнения измерений.
-

4. ГОСТ Р ИСО 5725-1—2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений». Ч. 1. Основные положения и определения.

5. ГОСТ Р 1.12—99. ГСС «Стандартизация и смежные виды деятельности. Термины и определения».

6. Правила по проведению сертификации в Российской Федерации (утвержденные постановлением Госстандарта России 10.05.2000 г. № 26.

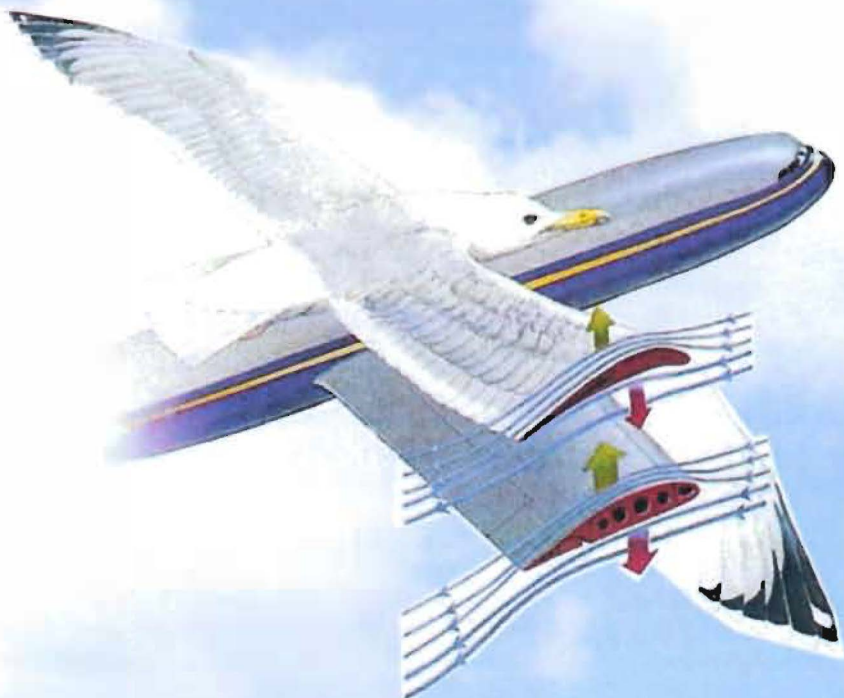
7. ПР50.2.002—94 «Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием средств измерений, методиками выполнения измерений, эталонами и соблюдением метрологических правил и норм». ВНИИМС.

---

Копачев В. Ф.

# ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

Учебное пособие



Екатеринбург - 2022

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный  
университет»



Копачев В. Ф.

# ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

учебное пособие

Екатеринбург – 2022

УДК 532+533

К 65

Рецензент: *Тимухин С. А.*, доктор технических наук, профессор кафедры горной механики ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Печатается по решению Редакционно-издательского совета  
Уральского государственного горного университета

**Копачев В. Ф.**

к 65 Гидрогазодинамика: учебное пособие / В. Ф. Копачев; Урал. гос. горный ун-т.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016.- 103 с.

В учебном пособии приведены основные теоретические положения по дисциплине «Гидрогазодинамика», а также сведения, необходимые для выполнения расчетных и графических работ по основным разделам курса: «Гидростатика», «Гидродинамика» и «Газодинамика».

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по основным профессиональным образовательным программам бакалавриата по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» по специализациям «Безопасность технологических процессов и производств», «Инженерная защита окружающей среды», «Защита в чрезвычайных ситуациях» и «Пожарная безопасность».

УДК 532+533

© Уральский государственный  
горный университет, 2016  
© Копачев В. Ф., 2016



## ВВЕДЕНИЕ

*Гидрогазодинамика* – наука, изучающая законы движения жидкостей и газов и их взаимодействие с обтекаемыми твердыми телами.

Состав курса:

- Механика жидкости и газа:
  - Гидравлика:
    - Гидростатика;
    - Гидродинамика;
  - Аэромеханика:
    - Термодинамика.

Цель изучения дисциплины – создание базы знаний о закономерностях равновесия и движения жидкостей и газов и о способах и методах применения их при решении практических задач в области техносферной безопасности.

*Гидромеханика* (гидравлика) – наука о механических свойствах жидкой среды, о законах равновесия и движения жидкости, взаимодействия жидкости с твердыми поверхностями.

Учебное пособие «Гидрогазодинамика» написано на основе использования опыта преподавания курса в Уральском государственном горном университете. Авторами уделено особое внимание прикладному значению изучаемого курса, поэтому приводится подробное решение практических задач.

В пособии рассмотрены законы движения жидкостей и газов и применение этих законов к решению практических задач. Настоящее пособие является теоретической базой для студентов по направлению «Техносферная безопасность», так как знание гидрогазодинамик (технической гидромеханики) необходимо для решения многочисленных инженерных задач, в том числе в теплогазоснабжении и вентиляции, в частности, для расчета трубопроводов, при проектировании котельных агрегатов, печных и сушильных установок, воздухо- и газоочистных аппаратов, теплообменных аппаратов и другого теплоэнергетического оборудования, используемого на опасных производственных объектах.

# 1. ГИДРОСТАТИКА

## 1.1. Основные понятия и определения

*Гидростатика* – раздел гидравлики, изучающий законы равновесия жидкости.

*Жидкость* – непрерывная среда, обладающая свойством текучести и чрезвычайно малым сопротивлением деформации разрыва.

Различают капельные, газообразные и многофазные жидкости. *Капельные жидкости* (вода, масла, спирт, ртуть и т. п.), в отличие от газообразных, образуют *свободную поверхность*, т. е. поверхность, отделяющую капельную жидкость от газообразной среды. К многофазным жидкостям относятся туман, дым, илистые растворы и т. п.

*Плотность* – это масса жидкости, заключенная в единице объема, кг/м<sup>3</sup>:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

*Удельный вес* – сила тяжести жидкости в единице объема, Н/м<sup>3</sup>:

$$\gamma = \frac{G}{V}.$$

Связь между удельным весом и плотностью выражается зависимостью:

$$\gamma = \rho g. \quad (1.1)$$

*Сжимаемость* – это свойство жидкостей изменять объем и плотность, при изменении давления или температуры.

Для количественной оценки происходящих изменений используются коэффициенты:

- объемного сжатия  $\beta_p = -\frac{\Delta W}{W\Delta p}, \quad (1.2)$

- температурного расширения  $\beta_T = -\frac{\Delta W}{W\Delta T}, \quad (1.3)$

которые показывают относительное изменение  $\Delta W$  первоначального объема  $W$  при изменении давления  $\Delta p$  (на одну единицу) или изменении температуры  $\Delta T$  (на одну единицу), при одновременном изменении давления и температуры. Относительное изменение объема можно определить следующим образом:

$$\frac{\Delta W}{W} = \beta_p \Delta p + \beta_T \Delta T. \quad (1.4)$$

Коэффициент объемного сжатия – величина, обратная *модулю упругости* жидкости  $E$ :

$$\beta_p = \frac{1}{E}. \quad (1.5)$$

Для воды при нормальных условиях модуль упругости составляет  $E \approx 2 \cdot 10^9$  Па.

Величина плотности при новом давлении может быть определена по зависимости:

$$\rho_p = \frac{\rho_0}{1 + \beta_p \Delta p}. \quad (1.6)$$

*Вязкость* – это свойство жидкости оказывать сопротивление относительному смещению слоев.

*Закон Ньютона* – сила трения между слоями жидкости прямо пропорциональна площади соприкосновения поверхности и градиенту скорости поперечного направления потока:

$$T = \pm \mu A \frac{du}{dn}, \quad (1.7)$$

где  $\mu$  – динамический коэффициент вязкости жидкости;  $A$  – площадь поверхности трущихся слоев;  $\frac{du}{dn}$  – градиент скорости в направлении нормали.

*Коэффициент кинематической вязкости*  $\nu$  – отношение динамической вязкости к плотности:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}.$$

Единица измерения динамического коэффициента вязкости  $\mu$  в системе СИ – Паскаль-секунда [Па·с]. Допускаемая внесистемная (историческая) единица – пуаз [П]: 1 П = 0,1 Па·с.

Кинематический коэффициент вязкости в системе СИ имеет размерность – квадратный метр в секунду [ $\text{м}^2/\text{с}$ ], внесистемная единица (историческая) – стокс [Ст]: 1 Ст = 1  $\text{см}^2/\text{с}$  =  $10^{-4}$   $\text{м}^2/\text{с}$ .

*Капиллярность* – способность жидкостей к подъему или опусканию уровня в трубках малого диаметра (или порах грунта) по сравнению с уровнем ее в сосуде (рис. 1.1).

Высота капиллярного подъема жидкости определяется формулой:

$$h = \frac{2\sigma \cdot \cos \theta}{\rho g r}, \quad (1.8)$$

где  $\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения;  $\theta$  – краевой угол;  $r$  – радиус трубки.

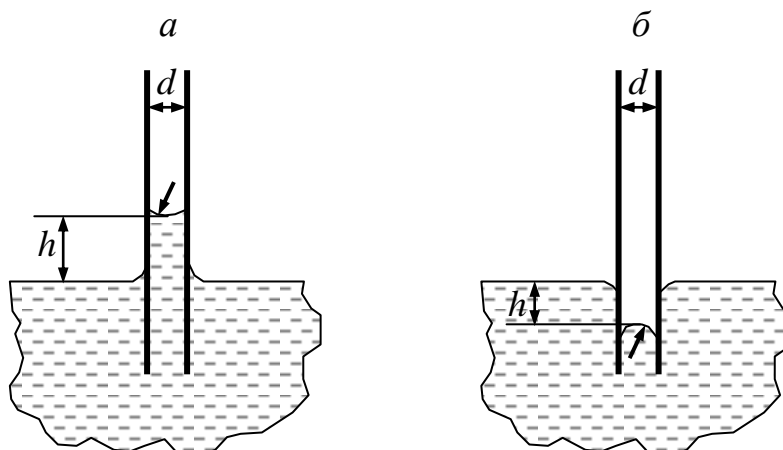


Рис. 1.1. Капиллярный подъем и опускание жидкости

*Идеальная жидкость* – это сплошная условная среда, обладающая текучестью, которая характеризуется:

- абсолютной неизменяемостью объема ( $\rho = \text{const}$ );
- полным отсутствием вязкости ( $\mu = 0$ ).

В результате действия внешних сил (поверхностных и массовых) в жидкости возникают *внутренние нормальные* напряжения, называемые *гидростатическим давлением*. Таким образом, гидростатическое давление – это нормальная сила с точностью до бесконечно малых ( $dR$ ), равномерно распределенная на бесконечно малой площадке ( $dA$ ):

$$p = \frac{dR}{dA}.$$

*Первое свойство* гидростатического давления: давление как нормальное напряжение всегда направлено по внутренней нормали к площадке, величина давления является функцией только координат точки и не изменяется во времени:

$$p = f(x, y, z).$$

*Второе свойство* гидростатического давления: давление в точке жидкости действует по всем направлениям и имеет одинаковую величину.

*Основное уравнение гидростатики* – давление в точке жидкости определяется как сумма давления внешней среды на поверхности жидкости  $p_0$  и давления, создаваемого силой тяжести столба

жидкости с единичным основанием и высотой, равной глубине погружения точки в жидкость:

$$p = p_0 + \rho gh. \quad (1.9)$$

Давление, рассчитанное от абсолютного нуля, т. е. с учетом атмосферного давления, называется *абсолютным*. Так, если в уравнении (1.9) давление на поверхности жидкости равно атмосферному ( $p_0 = p_a$ ), то у давления  $p$  следует поставить индекс «абс» и считать его абсолютным давлением:

$$p_{\text{абс}} = p_a + \rho gh. \quad (1.10)$$

Если абсолютное давление больше атмосферного, то давление, *превышающее* атмосферное, называется *манометрическим*, или *избыточным*.

Манометрическое давление в открытом резервуаре на глубине  $h$ :

$$p_{\text{ман}} = \rho gh. \quad (1.11)$$

Давление, *недостающее* до атмосферного, называется *вакуумметрическим*:

$$p_{\text{вак}} = p_a - p_{\text{абс}}. \quad (1.12)$$

При решении задач манометрическое давление учитывается со знаком «+», вакуумметрическое – со знаком «-».

*Плоскость уровня* – это плоскость с постоянным гидростатическим давлением во всех точках этой плоскости.

Частным случаем плоскости уровня является *горизонтальная* плоскость в однородной покоящейся жидкости, находящейся в поле действия только сил тяжести.

*Пьезометрическая высота*, или пьезометрический напор, – это такая высота столба жидкости, которая своим весовым давлением ( $\rho gh$ ) соответствует давлению ( $p$ ) в покоящейся жидкости.

## 1.2. Единицы измерения давления

Система СИ:  $\text{Н/м}^2 = \text{Па}$ ;  $10^3 \text{ Па} = \text{кПа}$ ;  $10^6 \text{ Па} = \text{МПа}$ ;  $\text{бар} = 10^5 \text{ Па}$ .

Техническая система:  $1 \text{ кгс/см}^2 = 1 \text{ ат}$ ;  $\text{кгс/м}^2$ .

Внесистемные единицы измерения:  $\text{мм рт. ст.}$ ;  $\text{м вод. ст.}$ ;  $\text{мм вод. ст.}$ .

Перевод единиц измерения давления:

$$1 \text{ ат} = 1 \text{ кгс/см}^2 = 10^4 \text{ кгс/м}^2 = 9,8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 98 \text{ кПа};$$

$$1 \text{ ат} = 735,6 \text{ мм рт. ст.}$$

$$1 \text{ ат} = 10 \text{ м вод. ст.}$$

$$1 \text{ мм рт. ст.} = 133,3 \text{ Па.}$$

### 1.3. Гидростатический закон распределения давления

*Гидростатический закон распределения давления:*

$$\frac{p}{\rho g} + z = \text{const} . \quad (1.13)$$

*Гидростатический напор* для всех точек жидкости, находящейся в равновесии, есть *величина постоянная*.

Уравнение (1.13) может быть представлено в виде:

$$\frac{p}{\rho g} + z = H_{\text{ст}} = \text{const} , \quad (1.14)$$

где  $\frac{p}{\rho g}$  – пьезометрическая высота (пьезометрический напор), соответствующая давлению в точке жидкости;  $z$  – геометрическая (или, на местности, геодезическая) высота (напор), т. е. расстояние *по вертикали* от плоскости сравнения до точки в жидкости;  $H_{\text{ст}}$  – гидростатический (или просто статический) напор.

### 1.4. Закон сообщающихся сосудов

Для получения решения задачи в общем виде рассматриваются закрытые сообщающиеся сосуды, наполненные различными не смешивающимися жидкостями (рис. 1.2). Давления на поверхностях жидкостей различны:  $p_{01}$  и  $p_{02}$ . Плоскость уровня  $O-O$  проводится по линии раздела жидкостей в сосудах. Условие равновесия жидкостей:

$$p_{01} + \rho_1 g h_1 = p_{02} + \rho_2 g h_2 . \quad (1.15)$$

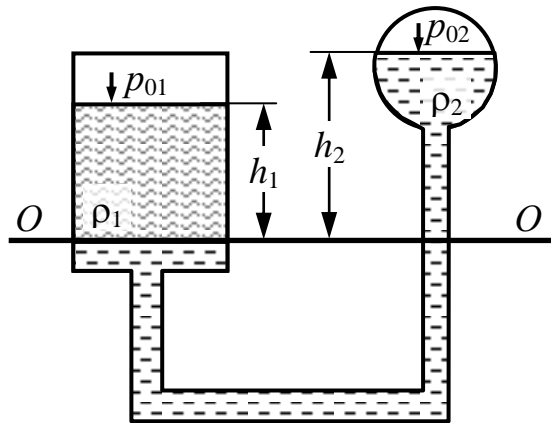


Рис. 1.2. Сообщающиеся сосуды

Частные случаи:

1. Жидкость в сосудах одинакова, но давления на поверхности различны:

$$\rho_1 = \rho_2 = \rho,$$

тогда

$$p_{01} - p_{02} = \rho g(h_2 - h_1).$$

2. Жидкость в сосудах и давления на поверхности одинаковы:

$$\rho_1 = \rho_2; \quad p_{01} = p_{02},$$

откуда

$$h_1 = h_2.$$

### 1.5. Сила давления жидкости на плоские поверхности

*Сила давления* – сосредоточенная сила, которая является результирующей распределенной нагрузки – давления, действующего во всех точках поверхности.

Точка приложения силы давления называется *центром давления*.

Для определения величины силы давления рассмотрим плоскую стенку  $NB$  (рис. 1.3) площадью  $A$ , наклоненную под углом  $\alpha$  к горизонту. С левой стороны стенка испытывает воздействие жидкости.

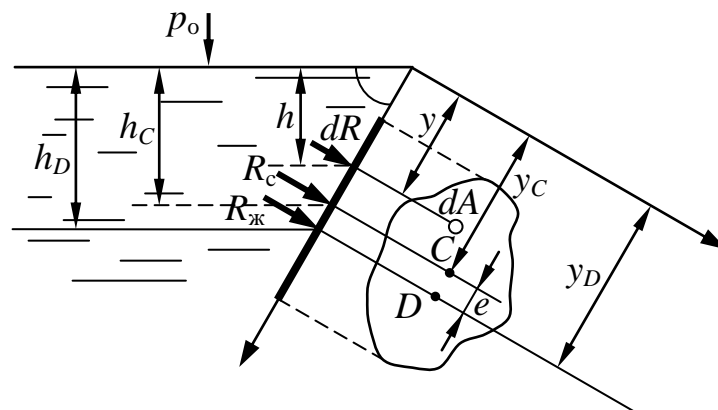


Рис. 1.3. К определению силы давления жидкости на плоскость

Глубины  $h$ , на которых расположены точки, связаны с координатами  $y$  соотношениями  $h = y \sin \alpha$ . Формула для определения величины силы давления:

$$R_{abc} = p_0 A + \rho g \cdot \sin \alpha \cdot y_C A.$$

где  $y_C A$  – статический момент плоской фигуры, где  $y_C$  – координата центра тяжести фигуры (т.  $C$ ) (см. рис. 1.3).

Окончательно получим:

$$R_{\text{абс}} = p_{\text{абс}C}A, \quad (1.16)$$

где  $p_{\text{абс}C} = p_0 + \rho gh_C$  – абсолютное давление на уровне центра тяжести плоской стенки.

Силу абсолютного давления можно представить как сумму двух сил давления:

$$R_{\text{абс}} = R_0 + R_{\text{ж}}, \quad (1.17)$$

где  $R_0 = p_0A$  – сила поверхностного давления;  $R_{\text{ж}} = \rho gh_CA$  – сила давления самой жидкости.

В соответствии с этим формулу (1.16) можно представить в более универсальном виде:

$$R = p_CA. \quad (1.18)$$

## 1.6. Сила давления жидкости на плоскую поверхность

*Сила давления жидкости на плоскую поверхность* равна произведению гидростатического давления в центре тяжести смоченной площади на размер этой площади. Направлена она по внутренней нормали к плоской стенке.

Определение положения центра давления. Величина давления самой жидкости  $\rho gh$  изменяется с изменением глубины, значит, точка приложения равнодействующей этой нагрузки будет смещена относительно центра тяжести фигуры на величину  $e$ , называемую эксцентриситетом давления, в сторону большего давления. Точка приложения силы  $R_{\text{ж}}$  – центр давления – обозначается буквой  $D$  (рис. 1.3).

Координата центра давления определяется следующим образом:

$$y_D = y_C + \frac{I_C}{y_CA}, \quad (1.19)$$

где  $I_C$  – момент инерции относительно *центральной* оси, проходящей параллельно оси  $x$  через центр тяжести  $C$  фигуры;  $\frac{I_C}{y_CA} = e$  –

эксцентриситет давления;  $y_C$  – расстояние между центром тяжести фигуры и осью  $x$ .

Глубина погружения центра давления:

$$h_D = h_C + \frac{I_C \sin^2 \alpha}{h_CA}.$$



Графоаналитический метод расчета силы давления основан на построении эпюр гидростатического давления. Эпюры давления представляют собой равномерно распределенную нагрузку по ширине (или длине) плоской прямоугольной поверхности. Для поверхностей в виде круга, эллипса, треугольника и им подобных эпюра давления в объемном представлении является довольно сложной фигурой, так как изменение давления следует учитывать при переменной глубине по всей плоской поверхности. Для таких поверхностей графоаналитический метод не применяется.

Определим силу давления жидкости на прямоугольную стенку  $AB$  высотой  $H$  и длиной  $l$ , перпендикулярной плоскости чертежа. Удерживаемый напор равен высоте стенки (рис. 1.4). Совместим прямоугольную стенку с плоскостью чертежа и покажем положение центра тяжести стенки точку –  $C$ . Построим эпюру гидростатического давления. Давление жидкости в точке  $A$   $p_A = 0$ , в точке  $B$  –  $p_B = \rho gH$ .

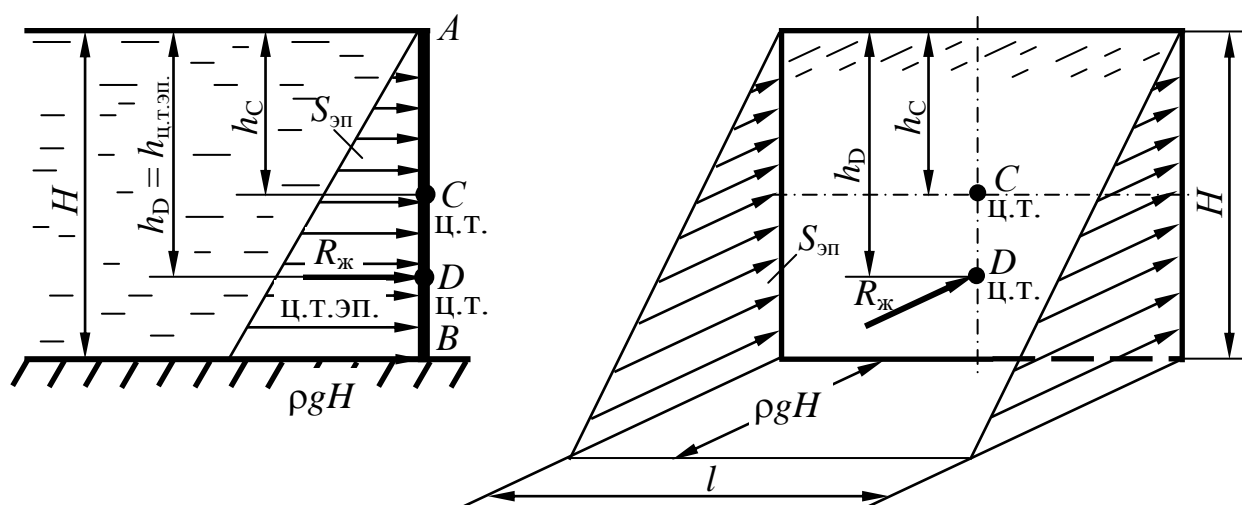


Рис. 1.4. Эпюра гидростатического давления

Эпюра давления в плоскости чертежа представляет равномерную нагрузку в виде треугольника, в объемном представлении – это треугольная призма. Равнодействующая такой равномерной нагрузки равна объему треугольной призмы и проходит через центр тяжести этой призмы:

$$R_{\text{ж}} = V_{\text{приз}} = S_{\text{эп}} l = \frac{\rho g H^2}{2} l, \quad (1.20)$$

где  $S_{\text{эп}}$  – площадь эпюры давления в виде треугольника.

Центр тяжести эюры располагается на расстоянии  $2/3H$  (центр тяжести треугольника):

$$h_{\text{ц.т.эп}} = 2/3H. \quad (1.21)$$

Вывод: *графоаналитическая сила давления жидкости на прямоугольные поверхности равна произведению площади эюры гидростатического давления на длину (или ширину) плоской стенки и проходит через центр тяжести эюры давления:*

$$R_{\text{ж}} = S_{\text{эп}}l; \quad h_D = h_{\text{ц.т.эп}}. \quad (1.22)$$

### **1.7. Методические указания к решению и оформлению расчетно-графических работ**

Расчетно-графическую работу (РГР) следует выполнять на листах формата 210×297 мм. На страницах оставлять поля 25...30 мм. Графический материал выполняется в карандаше с применением чертежных инструментов и по правилам ЕСКД.

Решение каждой задачи следует начинать с новой страницы. Условия задач переписываются полностью без сокращений. Решение задачи обязательно надо сопровождать кратким пояснительным текстом и расчетными формулами. При этом делается ссылка на литературу, откуда взяты справочные значения той или иной величины. В конце расчетно-графической работы необходимо поместить перечень использованной литературы с указанием автора и года издания.

Решение задач рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1. Ввести буквенные обозначения всех используемых физических величин.
2. Под рубрикой «Дано» кратко записать условие задачи с переводом значений всех величин в одну систему единиц – СИ.
3. Сделать (если это необходимо) чертеж, поясняющий содержание задачи и ход решения.
4. Сформулировать физические законы, на которых базируется решение задачи, и обосновать возможность их использования.
5. На основе сформулированных законов составить уравнение или систему уравнений, решая которую, можно найти искомые величины.
6. Решить уравнение и получить в общем виде расчетную формулу, в левой части которой стоит искомая величина, а в правой – величины, данные в условии задачи.

7. Проверить единицы измерения полученных величин по расчетной формуле, тем самым подтвердив ее правильность.

8. Произвести вычисления. Для этого необходимо все значения величин в единицах СИ подставить в расчетную формулу и выполнить вычисления (с точностью не менее 2-3 значащих цифр).

9. Выполнить графическую часть работы в масштабе и с использованием миллиметровой бумаги. Нанести все обозначения.

Зачет по каждой РГР принимается преподавателем в процессе собеседования по правильно решенным задачам.

## 1.8. Задания к расчетно-графической работе № 1

### Задача 1.1

Чашечный ртутный мановакуумметр предназначен для измерения как манометрического, так и вакуумметрического давления (рис. 1.5).

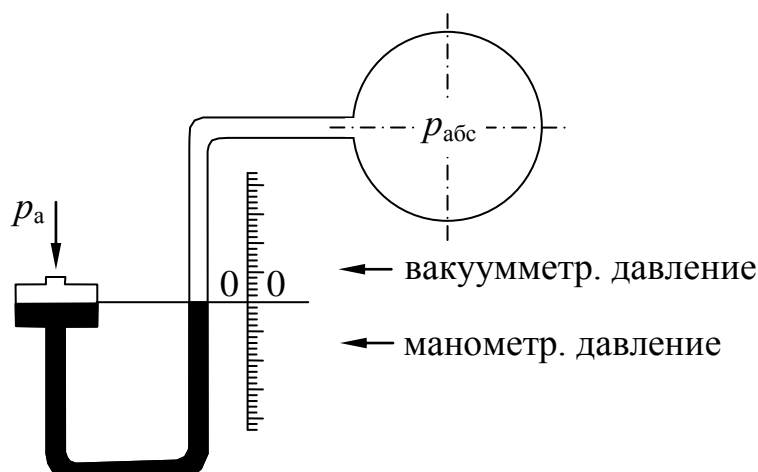


Рис. 1.5. Схема к задаче 1.1

Отсчеты от нуля прибора вниз соответствуют манометрическому давлению, вверх – вакуумметрическому давлению. Для измерения давления в пределах 300 мм рт. ст. шкалу прибора можно считать с постоянным нулем.

1. Определить показание мановакуумметра ( $h_{рт1}$ ), указать положение отсчета от 0-0 шкалы при давлении  $p_{абс1}$  (ат) и атмосферном давлении  $p_a$  (мм рт. ст.).

2. При том же значении атмосферного давления и давлении  $p_{абс2}$  (ат) рассчитать показание мановакуумметра ( $h_{рт2}$ ), указать положение отсчета от 0-0 шкалы.

Данные выбрать в соответствии с вариантом из табл. 1.1.

Таблица 1.1

Вариант	$p_{абс1}$ , ат	$p_a$ , мм. рт. ст.	$p_{абс2}$ , ат	Вариант	$p_{абс1}$ , ат	$p_a$ , мм. рт. ст.	$p_{абс2}$ , ат
1	1,22	740	0,84	16	1,27	755	0,85
2	1,15	720	0,82	17	1,10	735	0,83
3	1,25	710	0,83	18	1,30	770	0,82
4	1,17	715	0,85	19	1,19	705	0,84
5	1,14	745	0,86	20	1,28	760	0,81
6	1,16	750	0,87	21	1,15	725	0,80
7	1,24	725	0,88	22	1,25	750	0,90
8	1,23	760	0,89	23	1,17	745	0,89
9	1,21	755	0,90	24	1,24	715	0,88
10	1,13	705	0,80	25	1,18	710	0,87
11	1,20	730	0,81	26	1,21	720	0,86
12	1,26	765	0,84	27	1,13	740	0,85
13	1,11	715	0,82	28	1,20	725	0,83
14	1,29	750	0,83	29	1,26	715	0,82
15	1,12	725	0,85	30	1,19	765	0,84

**Задача 1.2**

Напорный бак  $A$  с постоянным напором  $H$  для подачи воды лабораторным установкам соединен трубой с цилиндрическим резервуаром  $B$ , в котором на высоте  $h$  (м) от оси трубы установлен чашечный ртутный манометр для контроля действующего напора  $H$  (рис. 1.6).

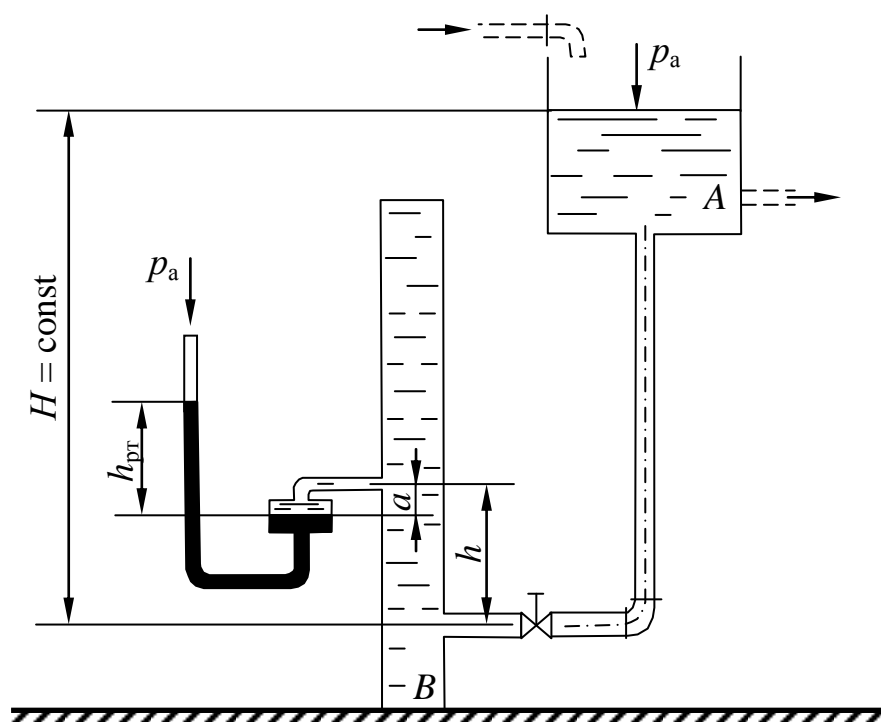


Рис. 1.6. Схема к задаче 1.2

1. Определить действующий напор  $H$ , если показание чашечного манометра  $h_{рт}$  (мм), поправка прибора  $a$  (мм).

2. Представить расчетную и графическую зависимость  $H = f(h_{рт})$  при постоянных значениях  $h$  (мм) и  $a$  (мм).

Принять плотность воды  $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$ ; ртути  $\rho_{рт} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

Данные выбрать в соответствии с вариантом из табл. 1.2.

Таблица 1.2

Вариант	$h$ , м	$h_{рт}$ , мм	$a$ , мм	Вариант	$h$ , м	$h_{рт}$ , мм	$a$ , мм
1	1,1	175	180	16	1,2	170	160
2	0,8	180	185	17	1,3	165	175
3	0,9	185	190	18	1,4	160	165
4	1,0	190	195	19	1,5	155	145
5	1,2	195	200	20	1,6	150	180
6	1,3	200	140	21	1,7	145	160
7	1,4	135	150	22	1,8	140	200
8	1,5	140	160	23	1,9	135	190
9	1,6	145	170	24	1,1	130	180
10	1,7	150	180	25	1,0	125	185
11	1,8	155	190	26	0,9	120	195
12	1,9	160	145	27	0,8	200	140
13	0,8	165	155	28	0,7	195	180
14	0,9	170	165	29	1,2	190	145
15	1,0	175	175	30	1,3	185	175

### Задача 1.3

Цилиндрический резервуар диаметром  $D$  (м), заполненный бензином плотностью  $\rho_{бенз} = 750 \text{ кг/м}^3$ , закрыт полусферической крышкой, закрепленной шестью болтами (рис. 1.7). Резервуар находится под давлением. Показание манометра на глубине  $h$  (м) от оси крышки  $p_{ман}$  (ат).

Определить величину и направление растягивающей силы, воспринимаемой болтами ( $R_{раст}$ ), соответствующей вертикальной силе давления на полусферическую крышку. Рассчитать горизонтальные силы ( $R_{гор}$ ), разрывающие полусферическую крышку по сечению  $I-I$ , показать расстояние ( $h_{гор}$ ) линий действия этих сил от оси полусферы.

Данные выбрать в соответствии с вариантом из табл. 1.3.

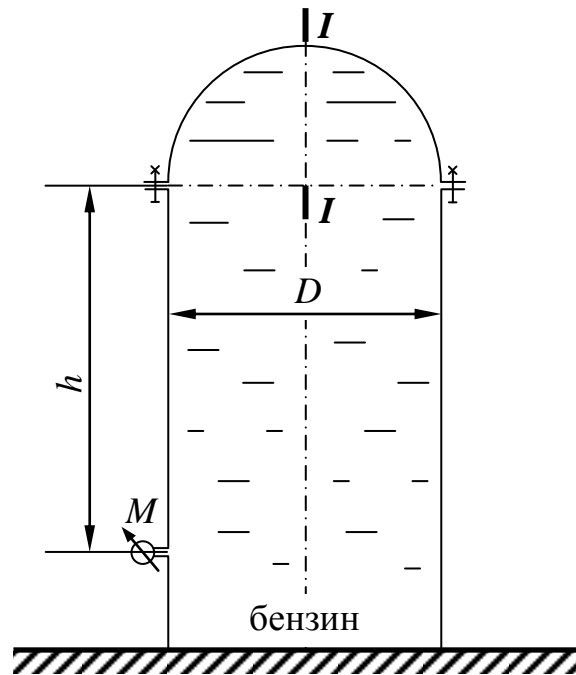


Рис. 1.7. Схема к задаче 1.3

Таблица 1.3

Вариант	$D$ , м	$h$ , м	$p_{\text{ман}}$ , ат	Вариант	$D$ , м	$h$ , м	$p_{\text{ман}}$ , ат
1	1,2	1,9	0,24	16	1,1	1,8	0,40
2	1,3	2,0	0,12	17	1,0	1,9	0,38
3	1,4	1,8	0,16	18	0,9	1,8	0,24
4	1,5	1,7	0,18	19	0,8	1,7	0,23
5	1,6	1,5	0,20	20	0,7	1,6	0,22
6	1,7	1,4	0,22	21	0,6	1,5	0,21
7	1,8	1,3	0,26	22	2,5	1,4	0,20
8	1,9	1,2	0,28	23	2,4	1,3	0,22
9	2,0	1,1	0,29	24	2,3	1,2	0,31
10	2,1	1,2	0,30	25	2,2	1,1	0,17
11	2,2	1,3	0,31	26	2,1	1,2	0,19
12	2,3	1,4	0,17	27	2,0	1,3	0,20
13	2,4	1,5	0,16	28	1,9	1,4	0,21
14	2,5	1,6	0,14	29	1,8	1,6	0,14
15	2,6	1,7	0,13	30	1,7	1,8	0,16

#### Задача 1.4

Плотина длиной  $L$  (м) имеет две вертикальные грани и одну наклонную под углом  $\alpha$  ( $^\circ$ ). Удерживаемые напоры воды:  $H_1$ ;  $H_2$ ;  $H_3$  (м) (рис. 1.8).

Определить равнодействующую давления воды, ее геометрическое положение и глубину погружения центра давления для равнодействующей ( $h_D$ ). Чертеж представить в масштабе. Силы давления

на грани плотины и равнодействующую рассчитать аналитическим и графоаналитическим методами. Плотность воды  $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

Данные выбрать в соответствии с вариантом из табл. 1.4.

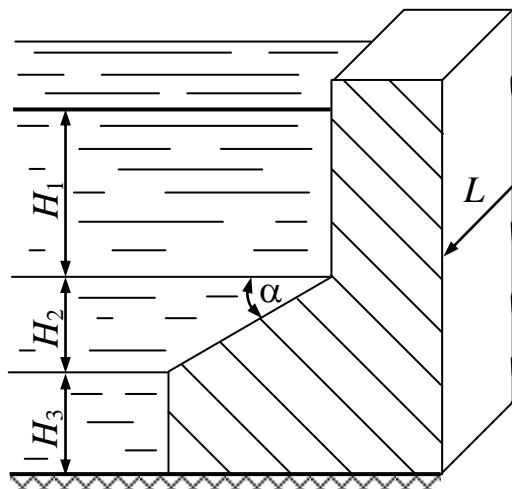


Рис. 1.8. Схема к задаче 1.4

Таблица 1.4

Вариант	$L, \text{ м}$	$\alpha, \text{ }^\circ\text{C}$	$H_1, \text{ м}$	$H_2, \text{ м}$	$H_3, \text{ м}$	Вариант	$L, \text{ м}$	$\alpha, \text{ }^\circ\text{C}$	$H_1, \text{ м}$	$H_2, \text{ м}$	$H_3, \text{ м}$
1	10	45	3,0	2,0	1,5	16	18	47	3,5	2,5	1,0
2	12	40	4,0	3,0	2,0	17	19	48	3,6	3,0	1,0
3	16	38	5,0	4,0	2,0	18	20	49	4,0	3,0	1,0
4	18	35	6,0	5,0	2,0	19	21	50	4,5	3,0	1,0
5	20	36	7,0	4,0	2,0	20	22	51	5,0	4,5	2,5
6	8	37	6,0	4,0	2,0	21	23	52	5,5	4,5	2,0
7	9	38	5,0	3,0	1,5	22	24	53	5,6	4,5	2,0
8	10	39	4,0	3,5	1,5	23	25	54	6,0	5,0	2,5
9	11	40	3,0	2,0	1,5	24	26	55	7,0	6,0	2,0
10	12	41	2,0	1,5	0,5	25	27	56	6,5	5,5	2,0
11	13	42	3,0	2,0	0,5	26	28	50	6,6	4,0	1,5
12	14	43	4,0	2,0	0,5	27	29	45	6,7	4,5	2,0
13	15	44	4,5	4,0	2,0	28	30	40	5,0	4,0	2,5
14	16	45	5,0	4,0	2,0	29	12	35	4,0	2,0	2,6
15	17	46	5,5	3,5	0,5	30	13	40	3,0	1,5	1,3

## 1.9. Примеры решения задач

**Пример 1.** Чашечный ртутный мановакуумметр предназначен для измерения как манометрического, так и вакуумметрического давления (рис. 1.5).

1. Определить показание мановакуумметра ( $h_{рт1}$ ), указать положение отсчета от 0-0 шкалы при давлении  $p_{абс1} = 1,26$  ат и атмосферном давлении  $p_a = 750$  мм рт. ст.

2. При том же значении атмосферного давления и давлении  $p_{абс2} = 0,90$  ат рассчитать показание мановакуумметра ( $h_{рт2}$ ), указать положение отсчета от 0-0 шкалы.

**Решение.** Принимая во внимание, что мановакуумметр измеряет разность давления в сосуде и атмосфере, то его показания можно рассчитать, переводя значения абсолютного давления в сосуде в мм рт. ст и вычисляя указанную разность:

$$h_{рт} = \frac{P_{абс}}{\rho_{рт} g} - p_a.$$

1. Переводя ат в Па и учитывая, что давление в сосуде больше атмосферного ( $p_{абс1} > 1$  ат), определяем показания мановакуумметра в мм рт. ст.

$$h_{рт1} = \frac{P_{абс1}}{\rho_{рт} g} \cdot 1000 - p_a;$$
$$h_{рт1} = \frac{1,26 \cdot 98000}{13600 \cdot 9,8} \cdot 1000 - 750 = 176 \text{ мм рт. ст.}$$

Давление манометрическое, отсчет от 0-0 шкалы показан на рис. 1.9, а.

2. Аналогично рассчитываем показания мановакуумметра, учитывая, что давление в сосуде меньше атмосферного ( $p_{абс2} < 1$  ат):

$$h_{рт2} = p_a - \frac{P_{абс2}}{\rho_{рт} g} \cdot 1000;$$
$$h_{рт2} = 750 - \frac{0,90 \cdot 98000}{13600 \cdot 9,8} \cdot 1000 = 88 \text{ мм рт. ст.}$$

Давление вакуумметрическое, отсчет от 0-0 шкалы показан на рис. 1.9, б.



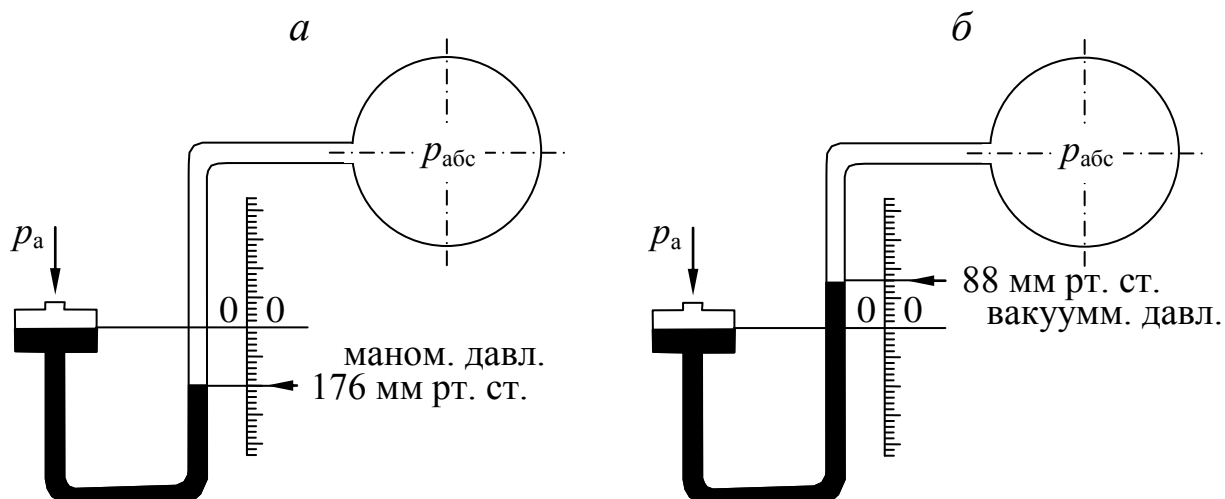


Рис. 1.9. Показания мановакуумметра для примера 1

**Пример 2.** Напорный бак  $A$  с постоянным напором  $H$  для подачи воды лабораторным установкам соединен трубой с цилиндрическим резервуаром  $B$ , в котором на высоте  $h = 1,2$  м от оси трубы установлен чашечный ртутный манометр для контроля действующего напора  $H$  (рис. 1.6).

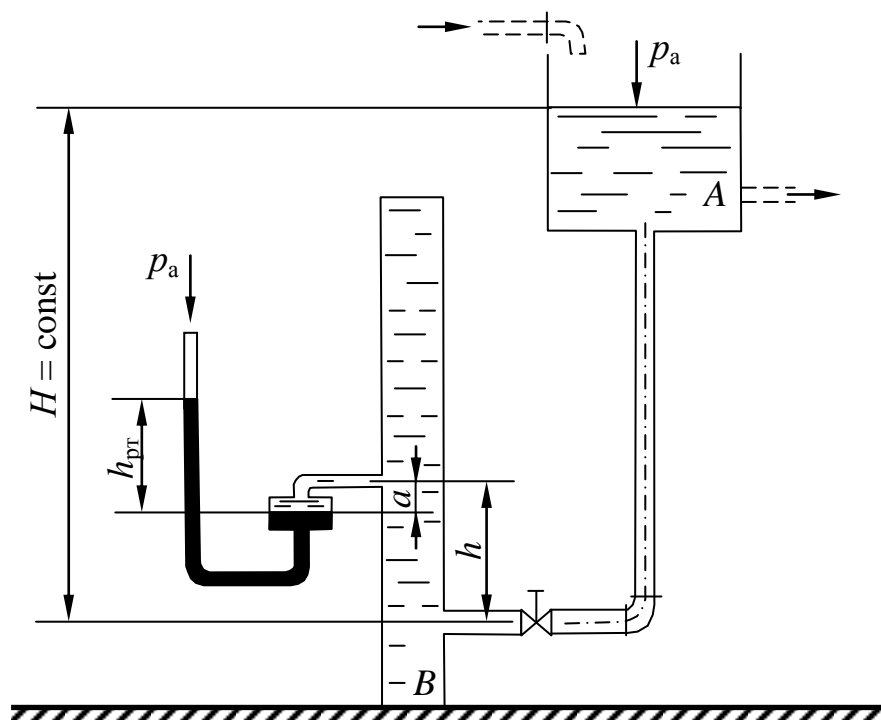


Рис. 1.10. Схема к задаче 1.2

1. Определить действующий напор  $H$ , если показание чашечного манометра  $h_{рт} = 185$  мм, поправка прибора  $a = 150$  мм.

2. Представить расчетную и графическую зависимость  $H = f(h_{рт})$  при постоянных значениях  $h$  (мм) и  $a$  (мм).

Принять плотность воды  $\rho = 10^3$  кг/м<sup>3</sup>; ртути  $\rho_{рт} = 13,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

**Решение.**

1. В соответствии с законом сообщающихся сосудов относительно оси трубопровода в горизонтальной плоскости, можно записать следующее условие равновесия жидкости:

$$\rho g H = \rho g(h - a) + \rho_{рт} g h_{рт}.$$

Откуда значение действующего напора:

$$H = h - a + \frac{\rho_{рт} h_{рт}}{\rho}. \quad (1.23)$$

После подстановки значений получаем:

$$H = 1,2 - 0,15 + \frac{13600 \cdot 0,185}{1000} = 3,566 \text{ м.}$$

Таким образом, действующий напор в баке *A* равен 3,566 м.

2. Запишем зависимость  $H = f(h_{рт})$  из формулы (1.23):

$$H = h - a + \frac{\rho_{рт} h_{рт}}{\rho}.$$

После подстановки известных значений получим, м:

$$H = 1,05 + 13,6 h_{рт}.$$

Графическая зависимость представляет собой прямую линию. Для построения находим 2 точки:

точка 1: при  $h_{рт} = 0$   $H = 1,05$  м;

точка 2: при  $h_{рт} = 1$  мм рт. ст.  $H = 14,65$  м.

Графическая зависимость  $H = f(h_{рт})$  представлена в координатной плоскости  $H - h_{рт}$  (рис. 1.11).

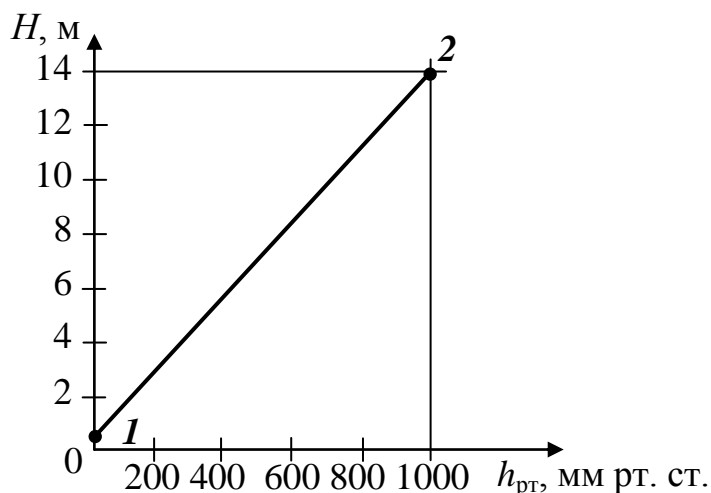


Рис. 1.11. Графическая зависимость  $H = f(h_{рт})$  к примеру 2

**Пример 3.** К резервуару (рис. 1.12), заполненному бензином плотностью  $\rho_{\text{бенз.}} = 700 \text{ кг/м}^3$ , присоединен U-образный ртутный манометр, показание которого  $h_{\text{рт}} = 0,1 \text{ м}$ ; уровень масла над ртутью  $h_{\text{м}} = 0,2 \text{ м}$ .

Определить абсолютное давление  $p_{\text{абс}}$  паров на поверхности бензина и показание пружинного манометра, установленного на крышке резервуара, а также возможную высоту уровня бензина в пьезометре  $h_{\text{п}}$  при условии, что  $h = 0,75 \text{ м}$ ;  $a = 0,15 \text{ м}$ ;  $H = 1,1 \text{ м}$ ; принять плотность ртути  $\rho_{\text{рт}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ; плотность масла  $\rho_{\text{мас}} = 820 \text{ кг/м}^3$ .

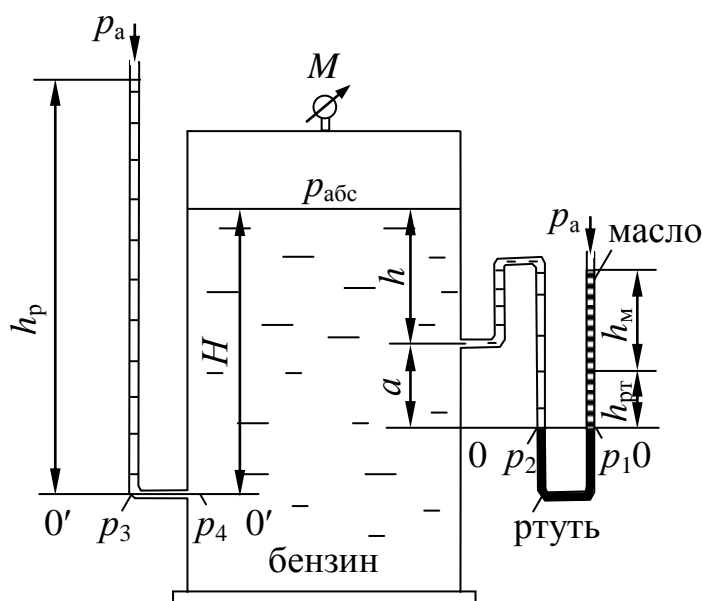


Рис. 1.12. Схема к примеру 1

**Решение.** Решение ведем с учетом атмосферного давления, так как по условию задачи требуется определить абсолютное давление паров бензина.

Выберем плоскость уровня 0-0 на разделе жидкостей бензин-ртуть и составим условие равенства давления, приравняв давления в правом ( $p_1$ ) и левом колене ( $p_2$ ) U-образного манометра:

$$p_1 = p_2;$$

$$p_1 = p_a + \rho_{\text{мас}}gh_{\text{м}} + \rho_{\text{рт}}gh_{\text{рт}};$$

$$p_2 = p_{\text{абс}} + \rho_{\text{бенз}}g(h + a).$$

Приравняем давление в правом и левом колене U-образного манометра:

$$p_a + \rho_{\text{мас}}gh_{\text{м}} + \rho_{\text{рт}}gh_{\text{рт}} = p_{\text{абс}} + \rho_{\text{бенз}}g(h + a);$$

$$p_{\text{абс}} = p_a + \rho_{\text{мас}}gh_{\text{м}} + \rho_{\text{рт}}gh_{\text{рт}} - \rho_{\text{бенз}}g(h + a).$$

Принимая атмосферное давление  $p_a = 98 \cdot 10^3 \text{ Па} = 98 \text{ кПа}$ , получим:

$$p_{\text{абс}} = 98 \cdot 10^3 + 820 \cdot 9,8 \cdot 0,2 + 13,6 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot 0,1 - 700 \cdot 9,8 \cdot 0,9 = 106,76 \cdot 10^3 \text{ Па.}$$

Показание манометра, установленного на крышке бака:

$$p_{\text{ман}} = p_{\text{абс}} - p_a = \rho_{\text{мас}} g h_m + \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт}} - \rho_{\text{бенз}} g (h + a) = 8,76 \text{ кПа} = 0,089 \text{ ат.}$$

Для определения высоты бензина в пьезометрической трубке  $h_p$  составим условие равновесия жидкости относительно плоскости уровня 0-0'. Для плоскости 0'-0' запишем равенство давлений  $p_3 = p_4$ :

$$\rho_{\text{бенз}} g h_p = p_{\text{ман}} + \rho_{\text{бенз}} g H,$$

отсюда 
$$h_p = \frac{p_{\text{ман}}}{\rho_{\text{бенз}} g} + H = 2,38 \text{ м.}$$

Ответ:  $p_{\text{абс}} = 106,76 \cdot 10^3 \text{ Па} = 106,76 \text{ кПа}$ ;  $p_{\text{ман}} = 8,76 \text{ кПа}$ ;  $h_p = 2,38 \text{ м}$ .

**Пример 4.** Квадратный затвор  $AB$  со стороной  $a = 1,2 \text{ м}$ , перекрывающий выход воды из зумпфа, укреплен шарнирно и может поворачиваться относительно оси, проходящей через центр затвора (рис. 1.13).

Определить силу  $F$ , которую нужно приложить на расстоянии  $0,1a$  от нижнего края затвора, чтобы удерживать затвор в закрытом положении при глубине воды перед затвором  $h = 1,5 \text{ м}$ . Задачу решить аналитическим и графоаналитическим методами.

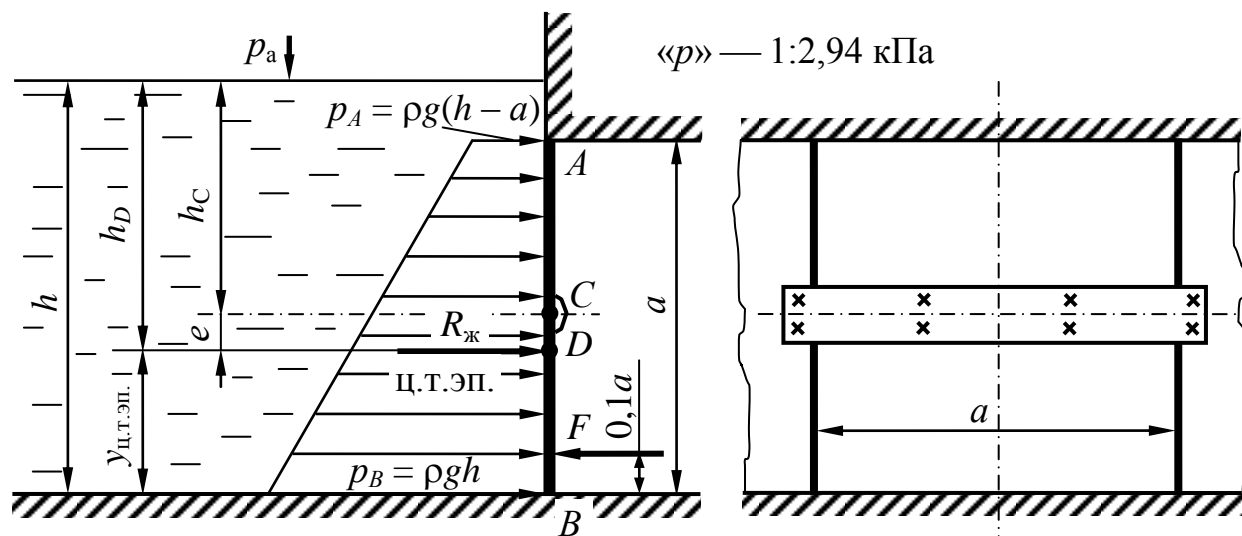


Рис. 1.13. Схема к примеру 2

**Решение.** Слева от затвора имеем открытую свободную поверхность с атмосферным давлением, справа щит также находится под действием атмосферного давления, поэтому при определении силы давления учитываем только силу давления жидкости.

1. *Аналитический метод расчета.*

а) Рассчитываем силу давления воды:

$$R_{\text{ж}} = \rho g h_C A,$$

где  $A$  – площадь затвора:  $A = a^2 = 1,44 \text{ м}^2$ ;  $h_C$  – глубина погружения центра тяжести затвора:  $h_C = h - \frac{a}{2} = 0,9 \text{ м}$ ; покажем  $h_C$  на чертеже.

$$R_{\text{ж}} = 10^3 \cdot 9,8 \cdot 0,9 \cdot 1,44 = 12,7 \cdot 10^3 \text{ Н} = 12,7 \text{ кН}.$$

б) Определим глубину погружения центра давления  $h_D$ , т. е. точки приложения силы давления  $R_{\text{ж}}$ :

$$h_D = h_C + \frac{I_C \sin^2 \alpha}{h_C A},$$

где  $\alpha = 90^\circ$ ;  $\sin \alpha = 1,0$ ; центральный момент инерции относительно горизонтальной оси для квадратного затвора  $I_C = \frac{a^4}{12}$ .

После подстановки всех значений в буквенное выражение  $h_D$  и соответствующих сокращений получим:

$$h_D = h_C + \frac{a^2}{12h_C}; \quad h_D = 0,9 + 0,13 = 1,03 \text{ м}.$$

Эксцентриситет  $e = 0,13 \text{ м}$ .

Покажем на чертеже  $h_D$ ,  $e$  и силу  $R_{\text{ж}}$ , приложенную в центре давления (т.  $D$ ).

в) Определим силу  $F$  для удержания затвора в закрытом положении, т. е. в состоянии равновесия, составив уравнение механики: сумма моментов сил относительно шарнира  $C$  равна нулю:

$$\Sigma M_C = 0; \quad R_{\text{ж}}e - F \cdot 0,4a = 0, \quad \text{отсюда } F = 3,44 \text{ кН}.$$

2. *Графоаналитический метод* расчета силы давления воды  $R_{\text{ж}}$  и глубины погружения центра давления  $h_D$ .

а) Определим давление воды в точках  $A$  и  $B$ :

$$p_A = \rho g(h - a); \quad p_A = 10^3 \cdot 9,8 \cdot 0,3 = 2,94 \cdot 10^3 \text{ Па} = 2,94 \text{ кПа};$$

$$p_B = \rho gh; \quad p_B = 10^3 \cdot 9,8 \cdot 1,5 = 14,7 \text{ кПа}.$$

б) Строим эпюру гидростатического давления воды: в любом выбранном масштабе по нормали к стенке откладываем величину давления  $p_A$  и  $p_B$ , соединяем полученные значения наклонной прямой, так как закон изменения давления по глубине линейный, стрелками обозначим направление давления. Получаем эпюру давления воды в виде трапеции в вертикальной плоскости.

в) Рассчитаем силу давления воды  $R_{\text{ж}}$ :

$$R_{\text{ж}} = S_{\text{эп}} a;$$

$$S_{\text{эп}} = S_{\text{трап}} = \frac{p_A + p_B}{2} a = \frac{\rho g(h - a) + \rho gh}{2} a.$$

После подстановки данных:  $S_{\text{эп}} = 10,6 \text{ кПа} \cdot \text{м}$ ;  $R_{\text{ж}} = 12,7 \text{ кН}$ .

г) Определим положение центра давления. Согласно графоаналитическому методу, сила давления жидкости *проходит через центр тяжести эпюры гидростатического давления*:  $h_D = h_{\text{ц.т.эп}}$ . Положение центра тяжести эпюры в виде трапеции определяется по табл. I (см. приложения):

$$y_{\text{ц.т.эп}} = \frac{a(2p_A + p_B)}{3(p_A + p_B)} = 0,47 \text{ м}.$$

Согласно чертежу, глубина погружения центра давления  $h_D$ :

$$h_D = h - y_{\text{ц.т.эп}} = 1,5 - 0,47 = 1,03 \text{ м}.$$

*Ответ:* сила  $F = 3,44 \text{ кН}$ .

## 2. ГИДРОДИНАМИКА

*Гидродинамика* – раздел гидромеханики, в котором изучаются законы жидкости, взаимодействие жидкости с твердыми поверхностями и движущимися твердыми телами.

### 2.1. Основные понятия о параметрах движения жидкости

К гидродинамическим характеристикам потока относятся: *давление, скорость и ускорение*, т. е. изменение скорости во времени.

Различают два вида движения жидкости: *неустановившееся* и *установившееся*.

*Неустановившееся* – это движение жидкости, при котором скорость является функцией времени.

*Установившееся* – это движение жидкости, при котором все параметры движения в одной и той же точке пространства не меняются во времени, т. е. приращение скорости во времени (ускорение) равно нулю.

В зависимости от характера изменения скорости по длине пространства, заполненного жидкостью, установившееся движение может быть:

а) *равномерным*, при котором скорость по длине струйки потока остается постоянной;

б) *неравномерным*, если скорость по длине потока резко изменяется по величине или (и) по направлению;

в) *плавно изменяющимся*, если изменение скорости происходит достаточно плавно.

*Идеальная жидкость* – это условно принятая жидкость, не сжимаемая при изменении давления и не расширяющаяся при изменении температуры, обладающая абсолютной подвижностью, т. е. вязкость жидкости равна нулю; не сопротивляющаяся деформации разрыва.

В гидродинамике *поток жидкости* рассматривается как совокупность элементарных струек.

*Элементарная струйка* – бесконечно малый замкнутый объем жидкости, поверхность которого образована линиями тока.

*Линия тока* – линия, в каждой точке которой в данное мгновение вектор скорости жидкости совпадает с касательной к этой линии.

Различают два вида потоков.

*Напорные потоки* – это потоки жидкости, ограниченные со всех сторон твердыми стенками. Примером служит движение воды, масла, нефти в трубопроводах, воздуха в вентиляционных системах и им подобные.

*Безнапорные потоки* – это потоки жидкости, ограниченные твердыми поверхностями не со всех сторон и имеющие по всей длине свободную поверхность. Примером таких потоков является движение жидкости в реках, каналах, лотках, желобах и других открытых руслах.

## 2.2. Гидравлические элементы потока

*Живое сечение* ( $\omega$ ) – сечение струйки или потока плоскостью, нормальной в каждой своей точке к проходящей через нее линии тока.

На рис. 2.1 представлено живое сечение для круглой трубы диаметром  $d$ , полностью заполненной жидкостью (рис. 2.1, а), и для открытого русла шириной  $b$  и глубиной наполнения  $h$  (рис. 2.1, б).

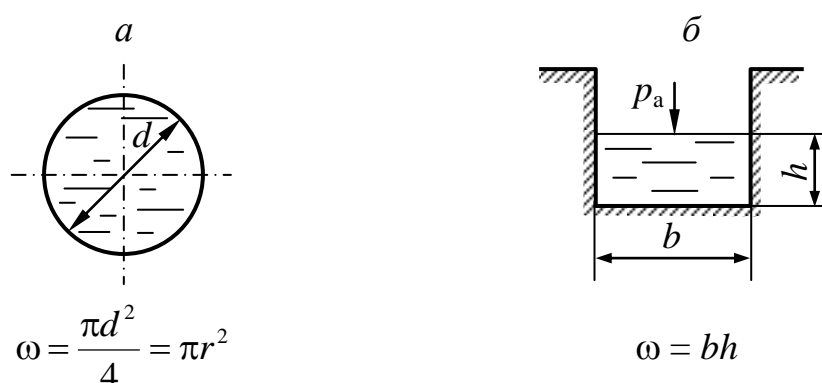


Рис. 2.1. Живое сечение для круглой трубы (а) и для открытого русла (б)

*Смоченный периметр* ( $\chi$ ) – длина контура живого сечения по твердым стенкам русла. На рис. 2.1, а для круглой трубы  $\chi = \pi d = 2\pi r$  (длина окружности круглой трубы); для открытого потока (см. рис. 2.1, б)  $\chi = 2h + b$ .

*Гидравлический радиус* ( $R$ ) – отношение площади живого сечения к смоченному периметру:

$$R = \frac{\omega}{\chi}. \quad (2.1)$$

Для напорного потока в круглой трубе (см. рис. 2.1, а) гидравлический радиус:



$$R = \frac{\pi d^2}{4\pi d} = \frac{d}{4} = \frac{r}{2}; \text{ откуда } d = 4R, \quad (2.2)$$

для открытого потока (см. рис. 2.1, б):

$$R = \frac{bh}{2h + b}.$$

Как можно видеть, понятие гидравлического радиуса физического смысла не имеет, но служит для характеристики формы сечения и степени заполнения его жидкостью.

### 2.3. Расход жидкости. Средняя скорость потока. Уравнение неразрывности потока

*Расходом* называется количество жидкости, проходящее через живое сечение в единицу времени.

Различают:

- объемный расход  $Q$ , м<sup>3</sup>/с, л/с;
- массовый расход  $M = \rho Q$ , кг/с;
- весовой расход  $G = \rho g Q$ , Н/с.

*Средняя скорость* ( $v$ ) – это такая одинаковая для всех струек скорость, при которой расход жидкости равен суммарному расходу элементарных струек с действительными скоростями.

Объемный расход:

$$Q = v\omega. \quad (2.3)$$

В случае, если плотность жидкости – величина постоянная ( $\rho = \text{const}$ ), что имеет место при движении капельных жидкостей, уравнение неразрывности имеет вид:

$$Q_1 = Q_2 = Q = \text{const}$$

или для двух сечений:

$$v_1\omega_1 = v_2\omega_2.$$

Как следствие можно записать:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}; \quad (2.4)$$

для круглой трубы:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}.$$

*Для сплошного неразрывного потока расход жидкости постоянный, скорости в живых сечениях обратно пропорциональны площадям живых сечений.*

## 2.4. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости

Уравнение Бернулли:

$$z + \frac{p}{\rho g} + \frac{u^2}{2g} = \text{const} . \quad (2.5)$$

Для двух и более сечений по направлению движения струйки уравнение принимает вид:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} = \dots = \text{const} . \quad (2.6)$$

Все члены уравнения имеют линейную размерность, поэтому могут характеризоваться с геометрической точки зрения как высоты или напоры, а с энергетической точки зрения – как удельная энергия.

*Геометрический смысл уравнения Бернулли:*

$z = h_{\text{геом}}$  – геометрическая высота, или геометрический напор, отсчитывается от произвольной горизонтальной плоскости сравнения;

$\frac{p}{\rho g} = h_p$  – пьезометрический напор;

$\frac{u^2}{2g} = h_{\text{ск}}$  – скоростной напор в живом сечении струйки.

Уравнение (2.5) с геометрической точки зрения может быть записано:

$$h_{\text{геом}} + h_p + h_{\text{ск}} = H_{\text{полн}} = \text{const}, \quad (2.7)$$

где  $H_{\text{полн}}$  – *полный напор* в заданном сечении струйки.

Сумма геометрического и пьезометрического напоров называется *статическим напором*, обозначается  $H_{\text{ст}}$ :

$$h_{\text{геом}} + h_p = H_{\text{ст}} \quad \text{или} \quad z + \frac{p}{\rho g} = H_{\text{ст}} . \quad (2.8)$$

*Энергетический смысл уравнения Бернулли:*

все слагаемые уравнения представляют удельную энергию, т. е. отнесенную к единице веса:

$z = e_{\text{полож}}$  – удельная потенциальная энергия положения;

$\frac{p}{\rho g} = e_{\text{давл}}$  – удельная потенциальная энергия давления;

$\frac{u^2}{2g} = e_{\text{кин}}$  – удельная кинетическая энергия.

С энергетической точки зрения уравнение имеет вид:

$$e_{\text{полож}} + e_{\text{давл}} + e_{\text{кин}} = E = \text{const}, \quad (2.9)$$

где  $E$  – полная удельная энергия струйки.

Это уравнение позволяет решать многие практические задачи и, прежде всего, является базовым при переходе к вязкой жидкости.

## **2.5. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной вязкой жидкости**

Реальная жидкость считается несжимаемой, обладающей физическим свойством – вязкостью. Вязкость противодействует относительному перемещению слоев жидкости, в связи с чем возникают силы трения. На преодоление сил трения затрачивается энергия (напор) движущейся жидкости. Это значит, что полный напор ( $H$ ) или полная удельная энергия ( $E$ ) струйки не остаются постоянными по длине движущейся струйки, часть напора (энергии) затрачивается на преодоление сил трения.

В уравнение Бернулли вводится дополнительный член  $h'_w$ , называемый потерями напора. Таким образом, если  $H_1$  – полный напор в первом сечении струйки, то ко второму сечению останется полный напор  $H_2$ , а часть напора  $h'_{w1-2}$  израсходуется на преодоление гидравлических сопротивлений между первым и вторым сечениями:

$$H_1 = H_2 + h'_{w1-2}. \quad (2.10)$$

Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной, вязкой жидкости принимает вид:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + h'_{w1-2}. \quad (2.11)$$

Таким образом, напор жидкости снижается по направлению движения текучего.

## **2.6. Уравнение Бернулли для целого потока реальной вязкой жидкости**

Переходя к целому потоку, учитываем струйную модель потока. Скорости струек в пределах живого сечения потока переменны, поэтому следует учесть неравномерность распределения скорости по живому сечению.

Для практических расчетов вводят *среднюю, или условную, скорость потока* ( $v$ ), одинаковую для всех струек. Теоретически рассчитывают *условную кинетическую энергию* ( $E_{\text{усл}}^{\text{кин}}$ ) через среднюю скорость потока  $v$ .

Затем теоретически определяют *действительную кинетическую энергию* ( $E_{\text{дейст}}^{\text{кин}}$ ) через действительные скорости ( $u$ ) элементарных струек, составляющих поток.

Неравномерность распределения скорости по живому сечению учитывают коэффициентом корреляции кинетической энергии или *коэффициентом неравномерности распределения скорости* –  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{E_{\text{дейст}}^{\text{кин}}}{E_{\text{усл}}^{\text{кин}}}. \quad (2.12)$$

Коэффициент  $\alpha$  называется также *коэффициентом Кориолиса*.

Значение коэффициента  $\alpha$  зависит от режима движения жидкости. Для ламинарного режима  $\alpha = 2,0$ ; для турбулентного режима  $\alpha = 1,0 \div 1,15$  (для практических расчетов при турбулентном режиме воды принимают  $\alpha = 1,0$ ).

С учетом введенного коэффициента  $\alpha$  скоростной напор ( $h_{\text{ск}}$ ) или удельная кинетическая энергия потока ( $e_{\text{кин}}$ ) представляется, как  $\frac{\alpha v^2}{2g}$ .

Дополнительный член уравнения Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости  $h'_w$  учитывает потери напора в элементарной струйке.

Для целого потока вводится осредненная величина потерь напора  $h_w$ .

С учетом вышеизложенного уравнение Бернулли для *целого потока реальной жидкости* принимает вид:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w1-2}. \quad (2.13)$$

Уравнение (2.13) является *основным уравнением гидродинамики*, которым пользуются для решения теоретических и инженерных задач.

## 2.7. Гидравлический уклон

*Гидравлический уклон* – это потеря энергии потока (напора) на единицу длины потока.

Если полная потеря напора на длине  $L$  равна  $h_w$ , то средняя потеря энергии (напора) – средний гидравлический уклон (градиент):

$$I_{\text{cp}} = \frac{h_w}{L}. \quad (2.14)$$

*Виды гидравлических уклонов*

*а) При неравномерном напорном движении*

Из уравнения Бернулли для двух сечений потока реальной жидкости (2.13) имеем:

$$h_w = \left( z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) - \left( z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right). \quad (2.15)$$

Тогда гидравлический уклон:

$$I_d = \frac{\left( z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) - \left( z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right)}{L}. \quad (2.16)$$

Такой гидравлический уклон называется *полным гидравлическим уклоном*  $I_d$ .

*б) При неравномерном безнапорном движении*

При неравномерном безнапорном движении жидкости (в открытых руслах) на свободной поверхности везде имеет место атмосферное давление.

Поэтому  $P_1 = P_2 = P_{\text{ат}}$ , и выражение для среднего гидравлического уклона (2.14) получит вид:

$$I_{\text{cp}} = \frac{\left( z_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) - \left( z_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right)}{L}. \quad (2.17)$$

*в) При равномерном напорном движении*

При равномерном напорном движении жидкости (в цилиндрических трубах)  $v_1 = v_2$  получим следующее выражение для уклона (при  $\alpha_1 \cong \alpha_2$ ):

$$I_p = \frac{\left( z_1 + \frac{p_1}{\rho g} \right) - \left( z_2 + \frac{p_2}{\rho g} \right)}{L}. \quad (2.18)$$

Этот уклон, зависящий только от падения пьезометрического напора вдоль потока, называется *пьезометрическим уклоном*.

В случае напорного движения в горизонтальной трубе ( $z_1 = z_2$ ) пьезометрический уклон:

$$I_p = \frac{P_1 - P_2}{\rho g L}. \quad (2.19)$$

г) *При равномерном безнапорном движении*

При равномерном безнапорном движении жидкости (в открытых руслах, призматический канал)  $v_1 = v_2$ ,  $p_1 = p_2$  (рис. 2.2) получим следующее выражение для уклона:

$$I_0 = \frac{z_1 - z_2}{L} = \sin \alpha. \quad (2.20)$$

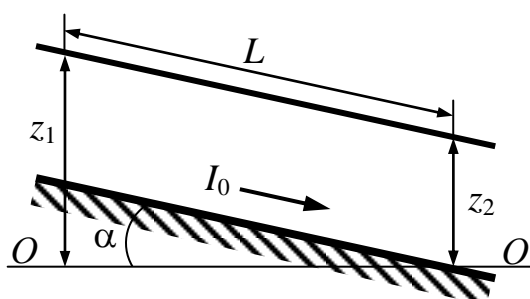


Рис. 2.2. Равномерное безнапорное движение жидкости

Т. е. гидравлический уклон, зависящий только от падения дна (или свободной поверхности) потока на единицу длины, равен геометрическому уклону.

## 2.8. Режимы движения жидкости

Английский физик Осборн Рейнольдс на основе многочисленных опытов представил теоретические положения о двух режимах движения жидкости – ламинарном и турбулентном.

*Ламинарный режим* – это спокойное, прямолинейное, параллельно струйное, послойное движение жидкости.

*Турбулентный режим* – это неупорядоченное движение струек, с поперечными пульсациями скорости, колебаниями, завихрениями струек, а при больших скоростях с полным перемешиванием жидкости.

Скорость, соответствующая переходу одного режима в другой, называется *критической*, обозначается  $\mathfrak{R}_{кр}$ . Область движения, соответствующая переходу от одного режима к другому, считается *неустойчивым движением* или *переходной областью*.

Согласно теории Рейнольдса, критическая скорость ( $\vartheta_{кр}$ ) зависит от диаметра трубы ( $d$ ) кинематического коэффициента вязкости жидкости ( $\nu$ ) и параметра  $Re_{кр}$ , называемого критическим числом Рейнольдса, или *критерием Рейнольдса*:

$$\vartheta_{кр} = Re_{кр} \frac{\nu}{d}. \quad (2.21)$$

*Критерий Рейнольдса является гидродинамической характеристикой потока, по которому устанавливается режим движения.*

*Если для потока жидкости  $Re \leq Re_{кр} = 2300$ , режим движения жидкости ламинарный.*

*Если для потока жидкости  $Re > Re_{кр} = 2300$ , режим движения жидкости турбулентный.*

## 2.9. Потери напора в гидравлических сопротивлениях

Член уравнения Бернулли  $h_w$  соответствует потерям напора в гидравлических сопротивлениях, которые складываются из суммарных потерь напора в местных сопротивлениях ( $\Sigma h_r$ ) и потерь напора по длине ( $h_l$ ):

$$h_w = \Sigma h_r + h_l. \quad (2.22)$$

*Местными сопротивлениями* называются различного рода устройства, при прохождении через которые происходит деформация потока, изменение направления движения жидкости или величины скорости, или того и другого.

К местным сопротивлениям относятся краны, задвижки, отводы (колена), внезапное сужение, внезапное расширение, вход в трубу и прочие.

Теоретически потери напора в местном сопротивлении рассчитываются по формуле:

$$h_r = \zeta \frac{v^2}{2g}, \quad (2.23)$$

где  $\zeta$  – коэффициент местного сопротивления.

Значения коэффициентов местных сопротивлений  $\zeta$  приводятся в справочниках и таблицах.

*Потери напора по длине* – это потери напора, возникающие при движении жидкости вдоль стенок трубопровода, зависящие от диаметра ( $d$ ), длины трубы ( $l$ ), скоростного напора и состояния внутренней поверхности трубы. Потери напора по длине называются также *линейными потерями* и рассчитываются по формуле:

$$h_l = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}, \quad (2.24)$$

где  $\lambda$  – коэффициент гидравлического сопротивления, или *коэффициент Дарси*.

Таким образом, потери по длине пропорциональны скоростному напору, как и потери в местных сопротивлениях.

### **2.10. Потери напора по длине в трубах с описательной шероховатостью**

В гидравлических расчетах трубопроводов и других русел предложено коэффициент гидравлического сопротивления  $\lambda$  рассчитывать по формуле:

$$\lambda = \frac{8g}{C^2}, \quad (2.25)$$

где  $C$  – коэффициент Шези.

Коэффициент Шези ( $C$ ) зависит от многих факторов, в том числе от геометрических размеров и состояния внутренней поверхности трубы или другого русла. В практике расчетов коэффициент  $C$  можно принимать по таблицам или рассчитывать по формулам. Простой формулой для определения коэффициента Шези является *формула Маннинга*:

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}, \quad (2.26)$$

где  $n$  или  $\frac{1}{n}$  – коэффициенты шероховатости стенок трубы или русла по описанию, приводятся в таблицах;  $R$  – гидравлический радиус, м. Согласно формуле (2.2), для круглой трубы гидравлический радиус  $R = \frac{d}{4}$ .

### **2.11. Потери напора по длине, выраженные через обобщенные параметры**

В практике расчетов гидравлических систем, в частности трубопроводных систем, часто приходится рассчитывать потери напора по длине не через скорость ( $v$ ), а через расход ( $Q$ ), который известен или его нужно определить.



Преобразуем формулу (2.24) потерь по длине:

а) выразим скорость через расход:  $v^2 = \frac{Q^2}{\omega^2}$ ;

б) введем гидравлический радиус:  $d = 4R$ ;

в) коэффициент гидравлического сопротивления ( $\lambda$ ) запишем по формуле (2.25):  $\lambda = \frac{8g}{C^2}$ .

Получаем:

$$h_l = \frac{8g}{C^2} \frac{l}{4R} \frac{Q^2}{\omega^2 2g} = \frac{Q^2}{C^2 \omega^2 R} l. \quad (2.27)$$

В формуле (2.27) обозначим  $C^2 \omega^2 R = K^2$ , где  $K = C\omega\sqrt{R}$  называется модулем расхода, или расходной характеристикой, единица измерения  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Формула (2.27) принимает вид:

$$h_l = \frac{Q^2}{K^2} l. \quad (2.28)$$

Для удобства практических расчетов величина  $\frac{1}{K^2}$  обозначается через  $A$ :

$$A = \frac{1}{K^2}, \quad (2.29)$$

где  $A$  – удельное сопротивление (сопротивление единицы длины),  $\text{с}^2/\text{м}^6$ .

Таким образом, потери напора по длине рассчитываются по формуле:

$$h_l = A Q^2 l. \quad (2.30)$$

В приведенных формулах параметры  $K$  и  $A$  называются обобщенными параметрами, значения которых приводятся в таблицах для нормальных водопроводных труб.

## 2.12. Расчет сложных трубопроводных систем

Сложные трубопроводы имеют разветвленные участки, состоящие из нескольких труб, по которым распределяется жидкость в соответствии с расходами потребителей.

В зависимости от гидравлической схемы соединения трубопроводов различают:

1. Системы с последовательным соединением труб с одним конечным потребителем или с потребителями по ходу движения жидкости и также с одним конечным потребителем.

2. Системы с параллельным соединением труб, или кольцевые, также с одним или несколькими потребителями.

3. Распределительные сети, или тупиковые системы. Это системы с несколькими потребителями.

4. Системы с непрерывной раздачей жидкости, их также называют системами с путевым расходом.

В сложных системах скоростным напором  $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$  как малой величиной можно пренебречь.

Таким образом, полный напор в любом расчетном сечении сложной системы практически равен гидростатическому напору, который выражается путем построения пьезометрической линии.

В сложных трубопроводных системах потери напора в местных сопротивлениях составляют (5 ÷ 10) % от потерь напора по длине:

$$\Sigma h_r = (0,05 \div 0,1) h_l.$$

Тогда, согласно формуле (2.22):

$$h_w = \Sigma h_r + h_l = (1,05 \div 1,1) h_l.$$

Формула для действующего напора принимает вид:

$$H = (1,05 \div 1,1) h_{l_{\text{сист}}}, \quad (2.31)$$

где (1,05 ÷ 1,1) – поправочный коэффициент на местные сопротивления;  $h_{l_{\text{сист}}}$  – потери напора по длине в сложной системе, они представляются в соответствии с гидравлической схемой системы.

Потери напора по длине ( $h_l$ ) на любом участке для сложных систем рассчитываются через расход ( $Q$ ) по формулам:

$$h_l = \frac{Q^2}{K^2} l \quad \text{или} \quad h_l = A Q^2 l,$$

где  $K$ ,  $K^2$ ,  $A$  – обобщенные параметры, которые принимаются по табл. II (см. приложения) в зависимости от диаметра трубопровода.

## 2.13. Задания к расчетно-графической работе № 2

### Задача 2.1

Тупиковая водопроводная система, представленная в плане на рис. 2.3, состоит из насосной установки, подающей воду четырем потребителям –  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$  – с расходами:  $Q_A$ ,  $Q_B$ ,  $Q_C$ ,  $Q_D$  (л/с).

Рассчитать диаметры труб на каждом участке при условии, что эксплуатационная скорость  $v_{\text{экс}} \leq 1,2$  м/с. Определить показание манометра, установленного после насоса, если остаточные (свободные) напоры у потребителей должны быть не менее 10 м ( $h_{\text{ост}} \geq 10$  м). Длины участков сети:  $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5$  (м).

Потери напора в местных сопротивлениях принять равными 10 % от потерь напора по длине.

Построить в аксонометрии пьезометрическую линию, показать эпюру потерь напора.

Данные выбрать в соответствии с вариантом из табл. 2.1.

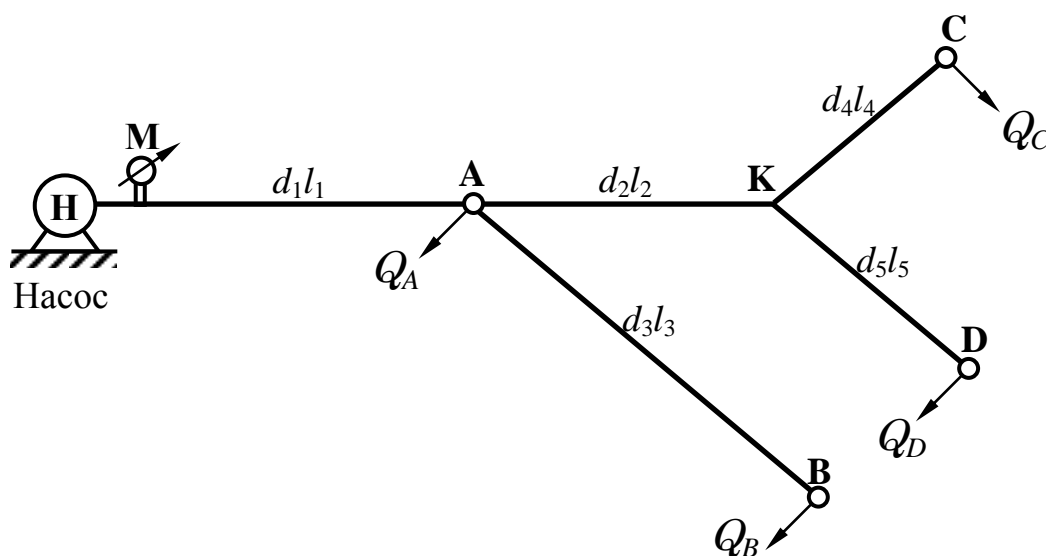


Рис. 2.3. Схема к задаче 2.1

Таблица 2.1

Вариант	$Q_A$ , л/с	$Q_B$ , л/с	$Q_C$ , л/с	$Q_D$ , л/с	$l_1$ , м	$l_2$ , м	$l_3$ , м	$l_4$ , м	$l_5$ , м
1	10	15	12	13	500	400	600	300	340
2	11	20	10	15	600	450	550	350	310
3	12	25	8	14	400	430	540	400	300
4	13	30	10	16	450	440	400	450	250
5	14	15	15	18	550	300	300	400	260
6	15	20	30	20	600	350	350	450	270
7	16	15	40	22	400	300	360	400	280
8	17	16	50	21	300	210	400	350	290
9	18	30	40	17	350	220	500	300	300
10	19	40	10	14	400	300	400	250	310
11	20	20	15	13	420	400	300	200	320
12	21	15	10	12	540	200	200	150	330
13	22	10	20	11	700	250	300	200	340
14	23	17	30	10	300	300	350	250	350
15	24	19	35	9	350	350	400	300	200

Вариант	$Q_A$ , л/с	$Q_B$ , л/с	$Q_C$ , л/с	$Q_D$ , л/с	$l_1$ , м	$l_2$ , м	$l_3$ , м	$l_4$ , м	$l_5$ , м
16	25	23	12	8	400	350	450	350	210
17	26	26	13	7	420	300	500	400	220
18	27	28	14	7	440	400	550	450	230
19	28	30	15	5	460	400	600	500	240
20	29	32	16	10	480	350	650	200	250
21	30	40	17	12	490	350	700	250	200
22	25	30	15	10	500	450	510	200	150
23	20	35	40	10	550	400	520	205	200
24	15	40	30	20	600	300	610	210	200
25	10	30	20	10	700	200	630	220	250
26	10	35	30	20	800	300	700	230	300
27	15	20	15	20	850	350	500	240	320
28	20	15	20	10	840	400	450	250	350
29	25	20	15	20	650	420	350	300	400
30	30	15	20	30	420	470	360	150	500

### Задача 2.2

Из водонапорной башни  $A$  с отметкой горизонта воды  $H_A$  (м) по системе труб, включающей кольцевое соединение на участке  $CD$ , вода подается в напорный бак  $B$ . В узлах разветвления труб  $C$  и  $D$  выведены манометры  $M_1$  и  $M_2$  (рис. 2.4). Общий расход воды в системе  $Q$  (л/с).

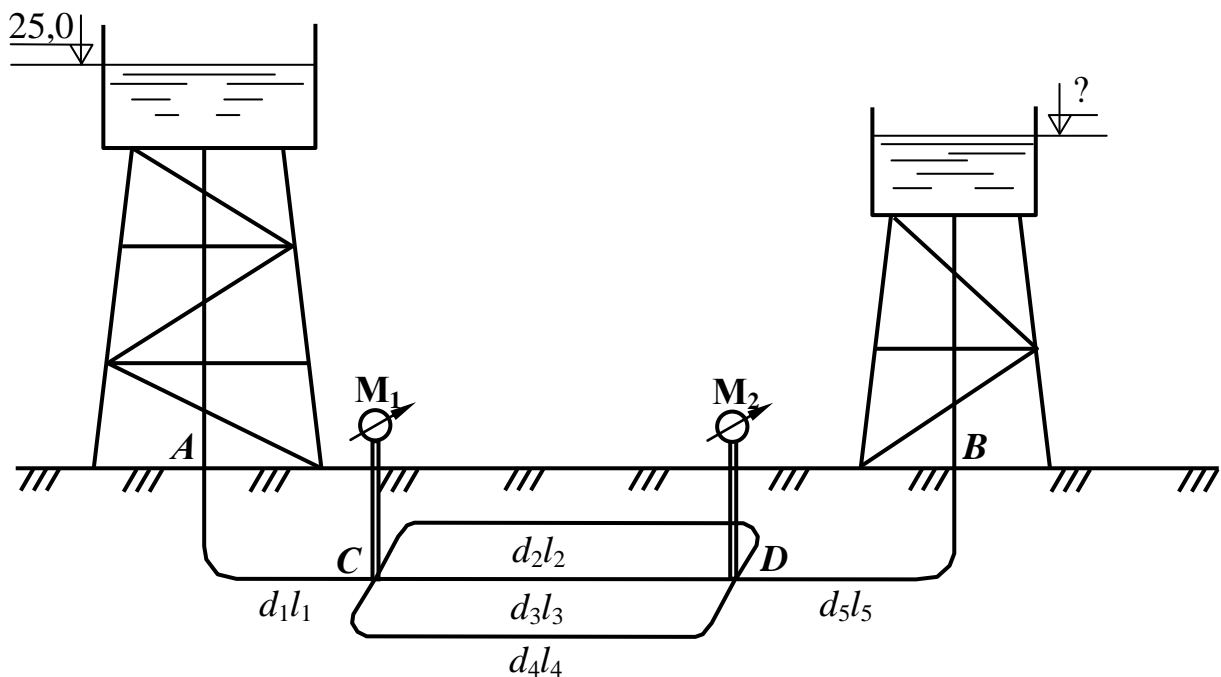


Рис. 2.4. Схема к задаче 2.2

Диаметры и длины участков трубопроводов:  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5$  (мм);  $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5$  (м). Трубы проложены на одном горизонте.

Определить расходы воды в параллельных участках кольцевого соединения ( $Q_2, Q_3, Q_4$ ), показания первого и второго манометров ( $p_{\text{ман1}}$  и  $p_{\text{ман2}}$ ), а также отметку горизонта воды в баке  $B$  ( $H_B$ ).

Трубы водопроводные нормальные. Потери напора в местных сопротивлениях составляют 10 % от потерь напора по длине.

Построить пьезометрическую линию и эпюру потерь напора.

Данные выбрать в соответствии с вариантом из табл. 2.2.

Таблица 2.2

Ва- риант	$H_A$ , м	$Q$ , л/с	$d_1$ , мм	$d_2$ , мм	$d_3$ , мм	$d_4$ , мм	$d_5$ , мм	$l_1$ , м	$l_2$ , м	$l_3$ , м	$l_4$ , м	$l_5$ , м
1	25,0	25,7	200	125	100	125	150	600	400	350	420	400
2	30,0	20,0	250	200	125	100	125	650	420	400	350	300
3	35,0	21,0	300	250	125	125	150	640	440	400	370	200
4	40,0	22,0	350	300	125	100	150	630	300	350	370	100
5	35,0	23,0	300	200	150	150	125	620	200	250	300	150
6	30,0	24,0	100	100	125	150	125	610	250	300	270	200
7	25,0	25,0	125	125	100	100	125	650	300	350	370	250
8	20,0	26,0	150	150	125	100	150	600	350	360	380	300
9	25,0	27,0	200	200	100	125	100	550	370	380	390	350
10	30,0	28,0	250	200	200	150	150	540	200	250	270	400
11	31,0	29,0	300	200	150	125	150	550	300	310	320	450
12	32,0	30,0	350	300	150	150	150	500	400	410	450	500
13	33,0	31,0	150	100	125	125	125	450	450	440	420	450
14	34,0	32,0	200	200	150	150	125	500	300	350	360	400
15	35,0	33,0	250	200	150	200	200	550	150	170	200	350
16	36,0	34,0	300	250	250	200	250	450	200	220	240	300
17	37,0	35,0	350	300	250	250	250	400	250	260	270	250
18	38,0	36,0	150	150	150	125	150	420	280	300	290	200
19	39,0	37,0	200	150	200	150	200	440	400	380	410	230
20	40,0	38,0	250	200	200	200	200	500	500	450	500	260
21	20,0	39,0	300	250	150	250	250	600	200	250	210	280
22	21,0	40,0	350	300	300	250	200	700	300	400	350	300
23	22,0	41,0	400	350	350	200	300	400	250	260	270	320
24	23,0	20,0	150	150	150	100	150	410	300	350	370	340
25	24,0	21,0	200	150	150	125	100	450	400	420	430	360
26	25,0	22,0	250	100	125	125	150	470	500	450	470	380
27	26,0	23,0	300	250	200	250	250	490	400	410	350	400
28	27,0	24,0	150	150	125	125	150	500	300	350	370	300
29	28,0	25,0	200	100	125	150	200	450	320	340	360	250
30	29,0	26,0	200	150	125	150	200	400	400	420	370	200

## 2.14. Примеры решения задач

**Пример 1.** Сложная система с водонапорной башней включает кольцевое соединение труб и доставляет воду двум потребителям (рис. 2.5).

Определить отметку уровня воды в водонапорной башне, питающей два потребителя: *A* с расходом  $Q_A = 18$  л/с и *C* с расходом  $Q_C = 32$  л/с.

Система включает магистральный трубопровод  $d_1 = 250$  мм;  $l_1 = 600$  м; два параллельно проложенных трубопровода:  $d_2 = 150$  мм;  $l_2 = 550$  м;  $d_3 = 100$  мм;  $l_3 = 400$  м и трубопровод  $d_4 = 200$  мм;  $l_4 = 720$  м, подающий воду потребителю *C*. Остаточный напор у потребителя *C* должен быть не менее 10 м ( $h_{\text{ост.}C} \geq 10$  м).

Трубы водопроводные нормальные. Местные потери напора принять равными 10 % от потерь по длине. Построить пьезометрическую линию.

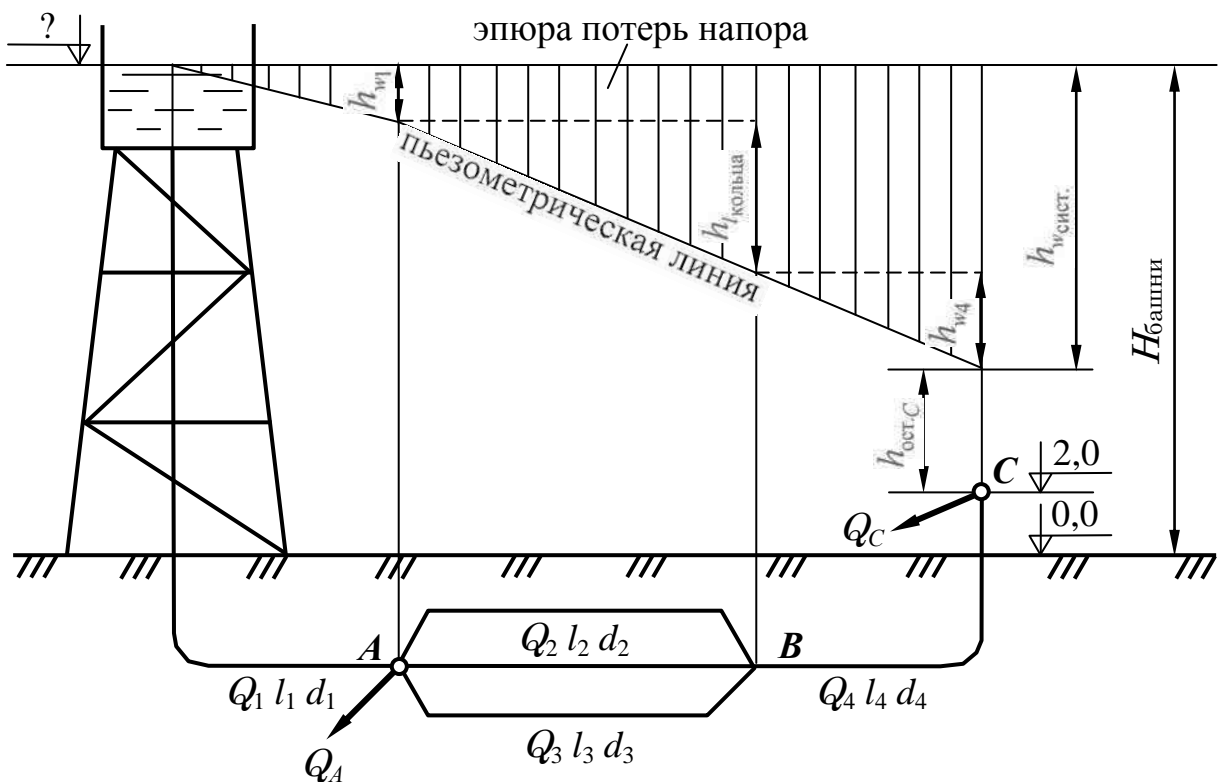


Рис. 2.5. Схема к примеру 1

### Решение.

1. На каждом участке вводим обозначение расхода с индексом, соответствующим индексу диаметра трубы (см. рис. 2.5).

Расход на первом участке равен сумме расходов потребителей:

$$Q_1 = Q_A + Q_C; \quad Q_1 = 50 \text{ л/с} = 0,05 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Сумма расходов в параллельных трубопроводах равна расходу потребителя С:

$$Q_2 + Q_3 = Q_C; \quad Q_2 + Q_3 = 32 \text{ л/с} = 0,032 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (2.32)$$

Пропускная способность четвертого участка равна расходу потребителя С:  $Q_4 = 0,032 \text{ м}^3/\text{с}$ .

2. Приравняем потери напора по длине в параллельных трубопроводах кольца, чтобы найти распределение расхода в параллельных участках:

$$h_{l_2} = h_{l_3} \rightarrow A_2 Q_2^2 l_2 = A_3 Q_3^2 l_3.$$

Выразим  $Q_3$  через  $Q_2$ : 
$$Q_3 = Q_2 \sqrt{\frac{A_2 l_2}{A_3 l_3}}.$$

Согласно данным табл. II (см. приложения), для  $d_2 = 150$  мм удельное сопротивление  $A_2 = 31,18 \text{ с}^2/\text{м}^6$ ; для  $d_3 = 100$  мм значение  $A_3 = 265 \text{ с}^2/\text{м}^6$ , тогда

$$Q_3 = Q_2 \sqrt{\frac{31,18 \cdot 550}{265 \cdot 400}} = 0,4 Q_2.$$

Подставим  $Q_3$ , выраженное через  $Q_2$ , в формулу (2.32):

$$Q_2 + 0,4 Q_2 = 0,032 \text{ м}^3/\text{с},$$

отсюда  $Q_2 = 0,023 \text{ м}^3/\text{с}$ ; значит,  $Q_3 = 0,009 \text{ м}^3/\text{с}$ .

3. Геодезическая высота, или отметка уровня воды в водонапорной башне относительно нулевой отметки (см. рис. 2.5):

$$H_{\text{башни}} = 2,0 + h_{\text{ост } C} + h_{w_{\text{сист}}}.$$

Рассчитаем потери напора в системе:

$$h_{w_{\text{сист}}} = 1,1(h_{l_1} + h_{l_{\text{кольца}}} + h_{l_4}),$$

где 1,1 – поправочный коэффициент на местные сопротивления, так как по условию задачи потери напора в местных сопротивлениях составляют 10 % от потерь по длине;  $h_{l_{\text{кольца}}}$  – потери напора по длине в кольце, их учтем по одной из ветвей, например, по второй:

$$h_{l_{\text{кольца}}} = h_{l_2}.$$

Потери напора в системе:

$$h_{w_{\text{сист}}} = 1,1(A_1 Q_1^2 l_1 + A_2 Q_2^2 l_2 + A_4 Q_4^2 l_4).$$

Рассчитаем потери напора в системе, принимая  $A_1 = 2,11 \text{ с}^2/\text{м}^6$ ;  $A_4 = 6,78 \text{ с}^2/\text{м}^6$  по табл. II (см. приложения):

$$h_{w_{\text{сист}}} = 1,1(2,11 \cdot 0,05^2 \cdot 600 + 31,18 \cdot 0,023^2 \cdot 550 + 6,78 \cdot 0,032^2 \cdot 720) = 19,0 \text{ м.}$$

Для построения пьезометрической линии имеем потери напора на каждом участке:

$$h_{w_1} = 3,5 \text{ м}; \quad h_{w_{\text{кольца}}} = h_{w_2} = h_{w_3} = 10,0 \text{ м}; \quad h_{w_4} = 5,5 \text{ м.}$$

На рис. 2.5 откладываем в масштабе потери напора на каждом участке и строим пьезометрическую (напорную) линию.

Находим отметку уровня воды в водонапорной башне:

$$H_{\text{башни}} = 2,0 + 19,0 + 10,0 = 31,0 \text{ м.}$$

*Ответ:* отметка уровня воды в водонапорной башне – 31,0 м.



### 3. ГАЗОДИНАМИКА

#### 3.1. Основные понятия и определения

Газы относятся к сжимаемым жидкостям, и уравнения равновесия и движения газов отличаются от таковых для капельной жидкости тем, что они должны учитывать сжимаемость газов.

*Гидродинамикой* сжимаемой жидкости называется раздел механики жидкости, изучающий основные законы движения сжимаемых жидкостей при больших перепадах давления и больших скоростях, причем масштабом скорости является скорость звука в жидкости.

Гидродинамику сжимаемой жидкости называют *газодинамикой* (рассматриваются газы) или *аэрогидродинамикой*, если рассматриваются и газы и жидкости.

Течение газов (сжимаемых жидкостей) рассматривается с учетом ряда условий. Принимается, что газ лишен вязкости или влияние вязкости настолько мало, что им можно пренебречь. К массе газа не подводится тепло из окружающей среды и отсутствует обмен механической энергией. Поэтому процессы, сопутствующие течению газа, являются адиабатическими. Кроме того, в живых сечениях потока распределение давления и скоростей течения принимается равномерным.

Характерной особенностью изучения сжимаемых жидкостей является необходимость учитывать соотношение между давлением  $p$ , плотностью (объемным весом)  $\gamma = g\rho$ , удельным объемом  $V = \frac{1}{\gamma}$  и температурой  $T$  К (Кельвина). Для газов эта взаимосвязь устанавливается законами термодинамики.

*Термодинамика* – наука, изучающая законы превращения энергии в различных процессах, происходящих в макроскопических системах и сопровождающихся тепловыми эффектами.

*Термодинамическая система* – совокупность материальных тел, находящихся в энергетическом взаимодействии между собой и окружающей средой.

*Изолированная термодинамическая система* – система, не обменивающаяся с внешней средой ни энергией, ни веществом.

В самом общем случае система может обмениваться со средой и веществом (массообменное взаимодействие). Такая система

называется *открытой*. Потоки газа или пара в турбинах и трубопроводах – примеры открытых систем. Если вещество не проходит через границы системы, то она называется *закрытой*.

*Рабочее тело* – вещество, способное воспринимать и отдавать теплоту, а также совершать работу.

Физическое состояние рабочего тела может быть полностью определено, если известны величины, характеризующие его состояние, которые называются *термодинамическими параметрами состояния*. К ним относятся: абсолютное давление ( $p$ ), температура ( $T$ ) и удельный объем ( $v$ ).

Удельный объем  $v$  – это объем единицы массы вещества (величина, обратная плотности), м<sup>3</sup>/кг:

$$v = \frac{V}{m}.$$

*Равновесное состояние системы* – все термодинамические параметры системы постоянны во времени и одинаковы во всех точках системы.

Если между различными точками в системе существуют разности температур, давлений и других параметров, то она является *неравновесной*.

В тепловых установках в качестве рабочего тела используют парогазообразные тела. Между молекулами этих тел, имеющими конечный объем и находящимися в непрерывном хаотичном движении, всегда действуют силы взаимного притяжения. Эти силы, а также объемы самих молекул оказывают влияние на параметры тела ( $p$ ,  $T$ ,  $V$ ).

В ряде случаев газ находится в таком состоянии, когда конечные размеры молекул и силы их взаимного притяжения так малы, что ими можно пренебречь, т. е. рассматривать как *идеальный газ*, в котором:

- 1) нет сил взаимного притяжения между молекулами;
- 2) их объем равен нулю.

### 3.2. Законы идеальных газов

*Закон Бойля-Мариотта*: если изменяется объем  $V$  некоторого постоянного количества идеального газа, то будет изменяться давление  $p$ , причем между  $p$  и  $V$  при условии  $T = \text{const}$  образуется пропорция:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} \text{ или } p_1 V_1 = p_2 V_2 = \text{const};$$

для 1 кг рабочего тела:

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 = p v = \text{const}.$$

Эта зависимость приведена на рис. 3.1.

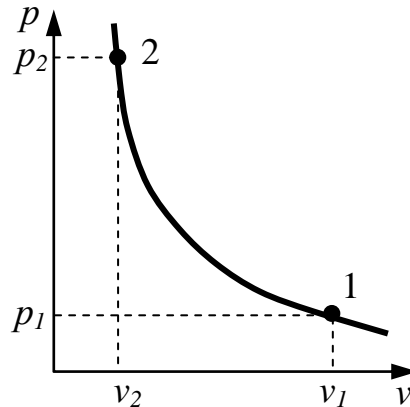


Рис. 3.1. Закон Бойля-Мариотта

*Закон Гей-Люсака:* если увеличить температуру  $T$  некоторого постоянного количества идеального газа на  $1\text{ }^\circ\text{C}$  при неизменном давлении ( $p = \text{const}$ ), то его объем возрастет на  $1/273$  часть первоначального, за который принят объем газа при  $0\text{ }^\circ\text{C}$ .

Из этого закона вытекает, что при постоянном давлении объем газа:

$$v = v_0(1 + \alpha t),$$

где  $v_0$  – объем газа при  $0\text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\alpha = 1/273$  – коэффициент объемного или термического расширения.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что объем данной массы газа при постоянном давлении пропорционален термодинамической температуре:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1} \quad (p = \text{const}).$$

Эта зависимость приведена на рис. 3.2.

*Закон Шарля:* если увеличить температуру некоторого постоянного количества идеального газа на  $1\text{ }^\circ\text{C}$  при неизменном объеме ( $v = \text{const}$ ), то его давление возрастет на  $1/273$  часть первоначального, за которое принято давление газа при  $0\text{ }^\circ\text{C}$ .

Данный закон описывается выражением:

$$p = p_0(1 + \alpha t),$$

где  $p_0$  – давление газа при  $0\text{ }^\circ\text{C}$ .

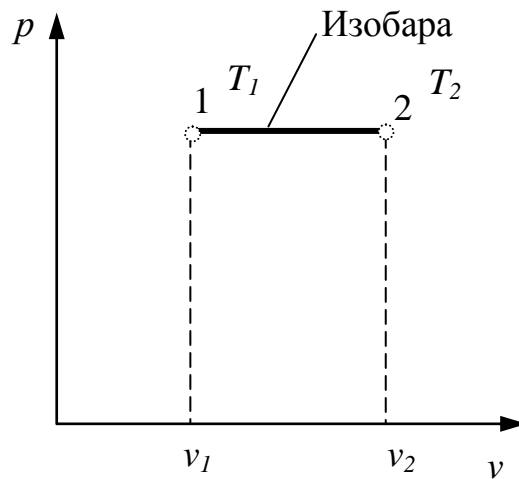


Рис. 3.2. Закон Гей-Люсака

На этом основании можно сделать вывод, что давление данной массы определенного газа при  $V = \text{const}$  пропорционально его термодинамической температуре:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1}.$$

Эта зависимость приведена на рис. 3.3.

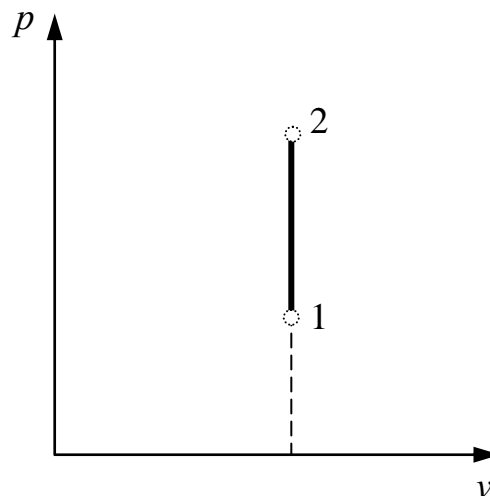


Рис. 3.3. Закон Шарля

Законы идеальных газов были получены учеными на основании изучения свойств реальных газов, так как разреженные реальные газы при температурах, далеких от температуры конденсации, близки по своим свойствам к идеальному газу.

### 3.3. Уравнение состояния идеального газа

*Уравнение состояния* – функциональная связь между параметрами состояния для равновесной термодинамической системы.

Выводится это уравнение с использованием уравнений Бойля-Мариотта и Гей-Люсака.

Рассмотрим произвольный термодинамический процесс, протекающий по линиям кривых 1-3 и 3-2 (рис. 3.4).

Для изобары 1-3 справедливо выражение:

$$\frac{v_1}{v_3} = \frac{T_1}{T_3} \Rightarrow v_3 = v_1 \frac{T_3}{T_1}. \quad (3.1)$$

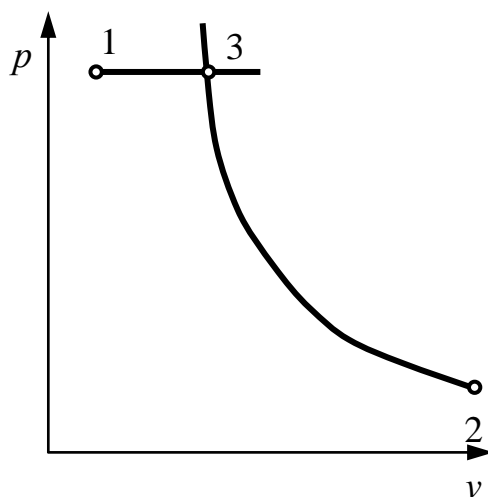


Рис. 3.4. К выводу основного уравнения состояния

Для изотермы 2-3:

$$p_2 v_2 = p_3 v_3 \Rightarrow v_3 = p_2 \frac{v_2}{p_3}. \quad (3.2)$$

Приравняем выражения (3.1) и (3.2):

$$\frac{v_1 T_3}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{p_3}.$$

Учитывая, что  $p_3 = p_1$  (изобара) и  $T_3 = T_2$  (изотерма), получим  $\frac{v_1 T_2}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{p_1}$  и произведем перестановку:

$$\frac{v_1 p_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2} = \frac{p_i v_i}{T_i}$$

или  $\frac{pv}{T} = \text{const}$ , эту константу обозначают  $R$  – удельная газовая по-

стоянная, которая зависит от природы вещества:  $\frac{pv}{T} = R \Rightarrow$

$\Rightarrow pv = RT$  – уравнение Клапейрона (уравнение для 1 кг газа). Учи-

тывая, что  $V = \nu m$ , то  $pV = mRT$  – уравнение состояния для произвольного количества вещества.

Если записать уравнение состояния для 1 киломоля газа, для  $\mu$  кг получится (если  $m = \mu$  и  $V = V_\mu$ ):

$$pV_\mu = \mu RT \text{ – уравнение Менделеева,}$$

где  $V_\mu$  – объем 1 кмоль газа;  $\mu R$  – универсальная газовая постоянная.

Любое вещество состоит из частиц, поэтому количество вещества пропорционально числу частиц. Единица количества вещества – моль. Моль равен количеству вещества системы, содержащей столько же частиц, сколько содержится атомов в 0,012 кг углерода. Киломолем является количество вещества, масса которого в кг численно равна его относительной молекулярной массе  $\mu$ .

Отношение числа молекул  $N$  вещества к количеству вещества  $\nu$  называется *постоянной Авогадро*.

*Закон Авогадро* – один из основных законов идеальных газов, согласно которому в равных объемах различных газов при одинаковых температурах и давлениях содержится одинаковое число молекул. Число молекул в одном моле  $N_A$  называют числом Авогадро. Открыт закон Авогадро в 1811 году:

$$N_A = \frac{N}{\nu} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ [1/моль].}$$

Число Авогадро показывает, сколько атомов или молекул содержится в одном моле вещества.

В соответствии с законом Авогадро, объемы киломолей идеальных газов при одинаковых  $p$  и  $T$  равны, т. е. содержат одинаковое

количество молекул  $N$ . Следовательно, величина  $\mu R = R_\mu = \frac{pV_\mu}{T}$

для 1 киломоля любого газа одинакова и носит название *универсальной газовой постоянной*.

Если подставить в это выражение величины для нормальных условий:  $p_H = 760$  мм. рт. ст. = 0,1013 МПа,  $V_\mu = 22,4$  м<sup>3</sup>/кмоль,  $T_H = 273$  К, получим:

$$R_\mu = \frac{0,1013 \cdot 10^6 \cdot 22,4}{273} = 8314 \text{ Дж/кмоль} \cdot \text{К} \text{ (8,314 кДж/кмоль} \cdot \text{К)}.$$

### 3.4 Уравнение состояния реальных газов

В реальных газах необходимо учитывать: силы межмолекулярных взаимодействий (отталкивания и притяжения); собственный объем молекул.

Влияние данных факторов приводит к увеличению давления:

$$p = \frac{RT}{v} \cdot \frac{v}{(v-b)} = \frac{RT}{v-b},$$

где  $(v - b)$  – свободный для движения молекул объем;  $b$  – наименьший объем, до которого можно сжать газ.

Сила молекулярного притяжения частей газа пропорциональна произведению числа молекул в частях, т. е. квадрату плотности, поэтому пропорциональна квадрату удельного объема:

$$p_{\text{мол}} = \frac{a}{v^2},$$

где  $a$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от природы газа.

В итоге получается уравнение состояния реальных газов, которое носит имя Ван-дер-Ваальса (1873):

$$p + \frac{a}{v^2} = \frac{RT}{v-b} \quad \text{или} \quad \left( p + \frac{a}{v^2} \right) \cdot (v-b) = RT.$$

Данное уравнение учитывает химическую природу газа и собственный объем молекул.

### 3.5. Термодинамический процесс

*Термодинамический процесс* – изменение состояния термодинамической системы во времени.

Различают равновесные и неравновесные процессы.

*Равновесный процесс* – процесс, в котором все параметры системы при его протекании меняются достаточно медленно по сравнению с процессом релаксации.

*Релаксация* – процесс самопроизвольного возвращения системы в состояние равновесия с окружающей средой.

### 3.6. Внутренняя энергия

Внутренняя энергия системы  $U$  включает в себя:

– кинетическую энергию поступательного, вращательного и колебательного движения частиц:  $U_1 = f(T)$ ;

- потенциальную энергию взаимодействия частиц, зависящую от расстояния между молекулами, т. е. от  $V \Rightarrow U_2 = f(V)$ ;
- энергию электронных оболочек атомов;
- внутриядерную энергию.

В большинстве теплоэнергетических процессов две последние составляющие остаются неизменными. Поэтому в дальнейшем под внутренней энергией будем понимать энергию  $U_1$  и  $U_2$ .

Так как внутренняя энергия системы зависит от температуры и объема, то является функцией состояния тела:  $U = f(\text{состояния тела}) \Rightarrow U = f(V, p, T)$ .

Для сложной системы внутренняя энергия определяется суммой энергий отдельных частей, т. е. обладает свойством аддитивности.

Величина  $u = U/M$ , называемая удельной внутренней энергией (Дж/кг), представляет собой внутреннюю энергию единицы массы вещества.

Поскольку внутренняя энергия есть функция состояния тела, то она может быть представлена в виде функции двух любых независимых параметров, определяющих это состояние. Ее изменение в термодинамическом процессе не зависит от характера процесса и определяется только начальным и конечным состояниями рабочего тела.

Внутренняя энергия идеального газа, в котором отсутствуют силы взаимодействия между молекулами, не зависит от объема газа или давления, поэтому для идеального газа  $U_2 = 0$  и определяется только температурой.

Для задач технической термодинамики важно не абсолютное значение внутренней энергии, а ее изменение в различных термодинамических процессах. Поэтому начало отсчета внутренней энергии может быть выбрано произвольно.

### 3.7. Работа расширения

*Работа расширения* – работа против сил внешнего давления при конечном изменении объема. Она определяется из выражения:

$$L = \int_{V_1}^{V_2} p dV .$$

При расширении работа тела положительна, при этом тело само совершает работу.



При сжатии работа тела отрицательна: это означает, что не тело совершает работу, а на его сжатие затрачивается работа извне.

Единицей измерения работы в СИ является джоуль (Дж). Отнеся работу расширения к 1 кг массы рабочего тела, получим:

$$l = \int_{v_1}^{v_2} p dv.$$

Величина  $l$  представляет собой удельную работу, совершаемую системой, содержащей 1 кг газа.

Поскольку в общем случае  $p$  – величина переменная, то интегрирование возможно лишь тогда, когда известен закон изменения давления.

Данные формулы справедливы только для равновесных процессов, при которых давление рабочего тела равно давлению окружающей среды.

В термодинамике для исследования равновесных процессов широко используют  $p$ - $v$  диаграмму (рис. 3.5). Состояние термодинамической системы на  $p$ - $v$  диаграмме изображается точкой. На диаграмме точка 1 соответствует начальному состоянию системы, точка 2 – конечному, а линия 1-2 – процессу расширения рабочего тела.

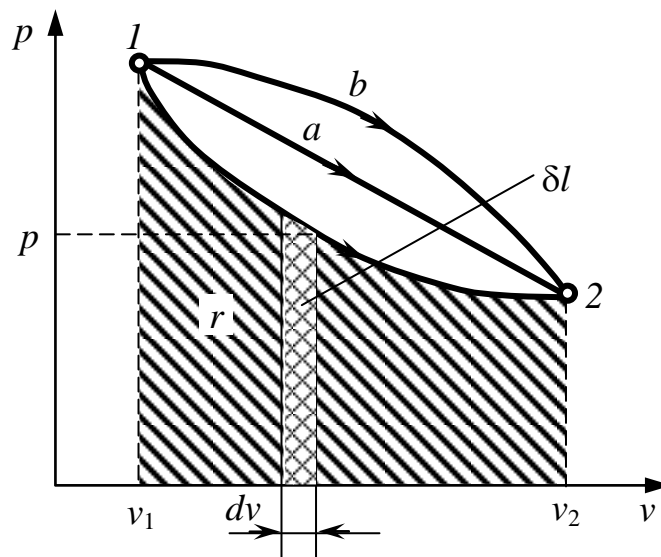


Рис. 3.5. Диаграмма  $p$ - $v$

Работа процесса 1-2 изображается площадью, ограниченной кривой процесса, осью абсцисс и крайними ординатами. Работа изменения объема эквивалентна площади под кривой процесса в диаграмме  $p$ - $v$ .

Работа зависит от характера термодинамического процесса, а не является функцией только исходного и конечного состояний системы.

Работа всегда связана с перемещением макроскопических тел в пространстве, поэтому она характеризует упорядоченную (макрофизическую) форму передачи энергии от одного тела к другому и является мерой переданной энергии.

Помимо макрофизической формы передачи энергии – работы – существует также и микрофизическая, т. е. осуществляемая на молекулярном уровне форма обмена энергией между системой и окружающей средой. В этом случае энергия может быть передана системе без совершения работы. Мерой количества энергии, переданной микрофизическим путем, служит теплота.

Способы передачи теплоты: соприкосновение (теплопроводность), конвекция и излучение. Процесс передачи теплоты – теплопередача («+Q» – теплота подводится, «-Q» – теплота отводится).

### 3.8. Первый закон термодинамики

Суть первого закона термодинамики заключается в том, что *полная энергия изолированной термодинамической системы при любых происходящих в системе процессах остается неизменной:*

$$E = \text{const.}$$

Формулировка первого закона термодинамики: в термодинамическом процессе вся теплота, подводимая к телу  $dq$ , расходуется на изменение внутренней энергии  $du$  и на работу против внешних сил  $dl$ :

$$dq = du + dl.$$

Уравнение первого закона можно записать следующим образом:

$$dq = du + pdv.$$

Для процессов, протекающих между состояниями, характеризующимися изменениями параметров на конечные величины, уравнения первого закона термодинамики, соответственно, принимают вид:

$$q = \Delta u + l \quad \text{или} \quad Q = \Delta U + L.$$

Первый закон термодинамики является основополагающим в теплотехнике и используется для понимания сути происходящих тепловых процессов.

### 3.9. Теплоемкость

*Теплоемкость тела* – отношение количества теплоты  $\delta Q$ , полученного телом при бесконечно малом изменении его состояния, к связанному с этим изменению температуры тела  $dT$ , Дж/К:

$$C = \frac{\delta Q}{dT}.$$

Теплоемкость относят к единице количества вещества и различают:

удельную массовую теплоемкость  $c$ ,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ;

удельную объемную теплоемкость  $c'$ ,  $\frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$ ;

удельную мольную теплоемкость  $\mu c$ ,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}$ .

Зависимость между удельными теплоемкостями:

$$c = \frac{\mu c}{\mu};$$

$$c' = c \rho_n,$$

где  $\rho_n$  – плотность газа при нормальных условиях.

Теплоемкость является функцией процесса и обозначается:

при постоянном объеме:  $c_v$ ,

при постоянном давлении:  $c_p$ ,

при постоянном показателе политропы процесса  $n$ :

$$c_n = c_v \frac{n - k}{n - 1}.$$

Для идеальных газов справедливо выражение Майера:

$$R = c_p - c_v.$$

Показатель адиабаты  $k = \frac{c_p}{c_v}$ .

Для реальных газов  $c_p - c_v > R$ , поскольку при их расширении совершается работа не только против внешних сил, но и против сил притяжения, действующих между молекулами, что вызывает дополнительный расход теплоты.

Числовое значение теплоемкости идеального газа позволяет найти классическая теория теплоемкости, основанная на теореме о равномерном распределении энергии по степеням свободы моле-

кул. Согласно этой теореме, внутренняя энергия идеального газа прямо пропорциональна числу степеней свободы молекул и энергии  $\frac{kT}{2}$ , приходящейся на одну степень свободы. Для 1 моля газа:

$$U_{\mu} = \frac{i}{2} N_0 kT = \frac{i}{2} \mu RT ,$$

где  $N_0$  – число Авогадро;  $i$  – число степеней свободы.

Молекула одноатомного газа имеет три степени свободы, молекула двухатомного газа имеет пять степеней свободы, молекула трех- и многоатомного газа – шесть степеней свободы.

Численное значение теплоемкости некоторых газов приведено в приложении (табл. III).

### 3.10. Энтальпия

*Энтальпия* – сумма внутренней энергии газа ( $U$ ) и произведения давления газа на его объем ( $pV$ ), Дж:

$$U + pV = I$$

или в удельных единицах, Дж/кг:

$$u + pv = i,$$

где  $u$  – внутренняя энергия данного тела;  $pv$  – работа, совершаемая 1 кг газа при вводе его в среду с давлением  $p$ .

Выражая

$$u = i - pv$$

и дифференцируя

$$du = di - pdv - vdp,$$

получаем:

$$dq = di - pdv - vdp + pdv,$$

откуда получается еще одна из форм уравнения первого закона термодинамики:

$$dq = di - vdp.$$

Данная форма уравнения имеет прикладное значение в процессах, протекающих при постоянном давлении.

### 3.11. Функции состояния и функции процесса

Из всех величин, характеризующих состояние тела или процесса, наибольшее значение имеют:

давление  $p$ , Н/м<sup>2</sup>;  
характеристика плотности, в качестве которой мы приняли  
удельный объем  $v$ , м<sup>3</sup>/кг;  
температура  $T$ , К или °С;  
внутренняя энергия  $u$ , Дж/кг;  
энтальпия  $i$ , Дж/кг;  
теплота  $q$ , Дж/кг;  
работа газа  $l$ , Дж/кг.

По основным своим свойствам все величины могут быть разделены на две группы.

К первой группе относятся  $p$ ,  $v$ ,  $T$ ,  $u$ ,  $i$ . Общим для этих параметров свойством является то, что они определяются только состоянием рабочего тела и никак не зависят от того, каким образом, т. е. в результате какого процесса тело пришло в данное состояние. На этом основании величины этой группы принято называть функциями состояния. Каждому состоянию на любой координатной плоскости, например  $p$ ,  $v$ , соответствует некоторая вполне определенная точка (см. рис. 3.5).

Вторую группу составляют величины  $q$  и  $l$ . Они, в отличие от функций состояния, не имеют никакого смысла для характеристики состояния рабочего тела, а характеризуют процесс. Так как работа и теплота представляют собой две возможные формы передачи энергии от одного тела к другому и их значение зависит от характера процесса, происходящего с этими телами, то их называют *функциями процессов*.

Рассмотрим свойства данных величин. Для общности обозначим через  $z$  любую из величин состояния. Например,  $z$  равна  $T$  или внутренней энергии  $u$ , или энтальпии  $i$ .

На основании установленного свойства функции состояния можно заключить, что для любого процесса, протекающего между точками 1 и 2 (см. рис. 3.5), изменение  $z$ , т. е. величина  $\Delta z = z_2 - z_1$ , будет одно и то же. В том случае, когда процесс начинается и кончается в одной и той же точке,  $\Delta z = z_2 - z_1 = 0$ .

Используя символы, принятые в интегральном исчислении, данное выражение записывается в виде:

$$\oint dz = 0.$$

Это значит, что интеграл по замкнутому контуру от  $dz$  равен нулю.

Вторая группа величин (функции процесса) не подчиняется ни одному из свойств, установленных для функций состояния. При любом состоянии тела, соответствующем точке, определяемой данными значениями  $p$ ,  $v$ , не существует величины теплоты  $q$  или работы  $l$ . Эти величины появляются только при переходе тела из одного состояния в другое; при этом они зависят от характера перехода, т. е. от процесса. Так, например, работа процесса, соответствующая площади фигуры под кривой  $12$  (см. рис. 3.5), определяется видом этой кривой:  $1a2$  или  $1b2$ . Такими же свойствами отличается и теплота. Для замкнутого процесса функция процесса не будет равна нулю и представится площадью, ограниченной кривой процесса.

### 3.12. Энтропия

*Энтропия* – функция состояния термодинамической системы, изменение которой в равновесном термодинамическом процессе равно отношению количества теплоты, сообщаемого системе или отведенного от нее к термодинамической температуре системы:

$$ds = \frac{\delta q}{T}.$$

Изменение энтропии идеального газа для какого-либо процесса определяется по выражениям:

$$\Delta s_{2-1} = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \frac{v_2}{v_1};$$

$$\Delta s_{2-1} = c_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \frac{p_2}{p_1};$$

$$\Delta s_{2-1} = c_v \ln \frac{p_2}{p_1} + c_p \frac{v_2}{v_1}.$$

В  $T$ - $s$  диаграмме элементарная теплота процесса  $\delta q$  изображается элементарной площадкой с высотой  $T$  и основанием  $ds$ , а площадь, ограниченная линией процесса, – крайними ординатами и осью абсцисс, эквивалентна теплоте процесса (рис. 3.6).

При температурах, близких к абсолютному нулю, все известные вещества находятся в конденсированном состоянии. В. Нернст (1906) экспериментально установил, а М. Планк (1912) окончательно сформулировал следующий принцип: при температуре, стремящейся к абсолютному нулю, энтропия вещества, находящегося в конденсированном состоянии с упорядоченной кристалличе-

ской структурой, стремится к нулю, т. е.  $s_0 = 0$  при  $T = 0$  К. Этот закон называют третьим законом термодинамики или тепловой теоремой Нернста. Он позволяет рассчитать абсолютное значение термодинамической температуры.

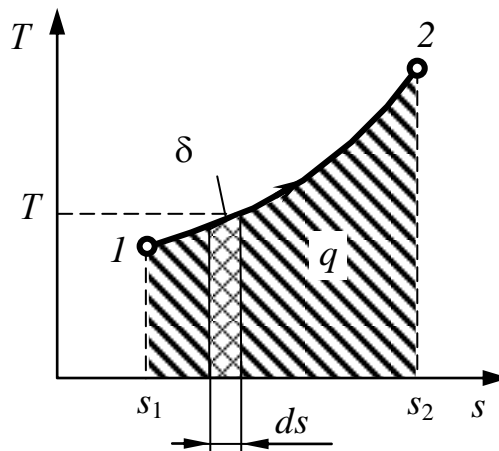


Рис. 3.6. Графическое изображение теплоты

Термодинамические процессы, в результате которых рабочее тело, проходя последовательно различные состояния, возвращается снова в первоначальное состояние, называются *замкнутыми процессами, или циклами*.

В координатах  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  такие процессы изображают замкнутыми контурами (рис. 3.7).

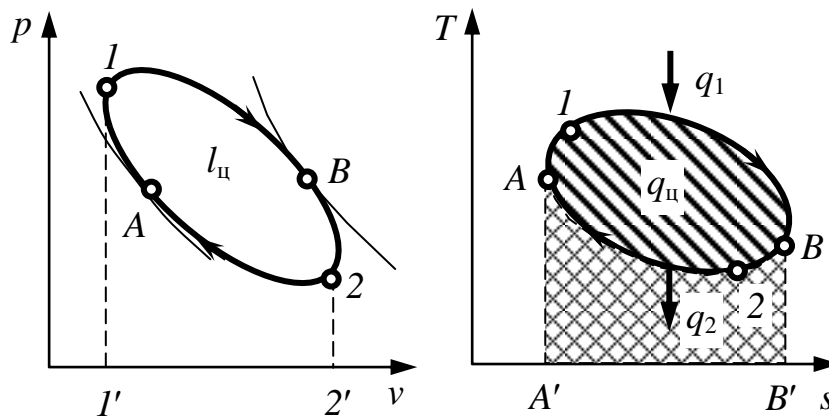


Рис. 3.7. Замкнутый круговой процесс, или цикл

Циклы осуществляются тепловыми двигателями (рис. 3.8, а). Работа двигателя происходит следующим образом. Расширяясь по линии  $1B2$  (см. рис. 3.7), рабочее тело совершает работу, равную площади  $1B22'1'$ . В непрерывно действующей тепловой машине этот процесс должен повторяться многократно. Для этого нужно уметь возвращать рабочее тело в исходное состояние. Такой переход можно

осуществить в процессе  $2B1$ , но при этом потребуется совершить над рабочим телом ту же самую работу. Ясно, что это не имеет смысла, так как суммарная работа – работа цикла – окажется равной нулю.

Для того чтобы двигатель непрерывно производил механическую энергию, работа расширения должна быть больше работы сжатия. Поэтому кривая сжатия  $2A1$  должна лежать ниже кривой расширения. Затраченная в процессе  $2A1$  работа изображается площадью  $2A11'2'$ . В результате каждый килограмм рабочего тела совершает за цикл полезную работу  $l_{ц}$ , эквивалентную площади  $1B2A1$ , ограниченной контуром цикла. Цикл можно разбить на два участка:  $A1B$ , на котором происходит подвод теплоты  $q_1$ , и  $B2A$ , на котором происходит отвод теплоты  $q_2$ . В точках  $A$  и  $B$  нет ни подвода, ни отвода теплоты, и в этих точках поток теплоты меняет знак. Таким образом, для непрерывной работы двигателя необходим циклический процесс, в котором к рабочему телу от горячего источника подводится теплота  $q_1$  и отводится от него к холодному теплота  $q_2$ . В  $T-s$  диаграмме теплота  $q_1$  эквивалентна площади  $A'A1BB'$ , а  $q_2$  – площади  $A'A2BB'$ .

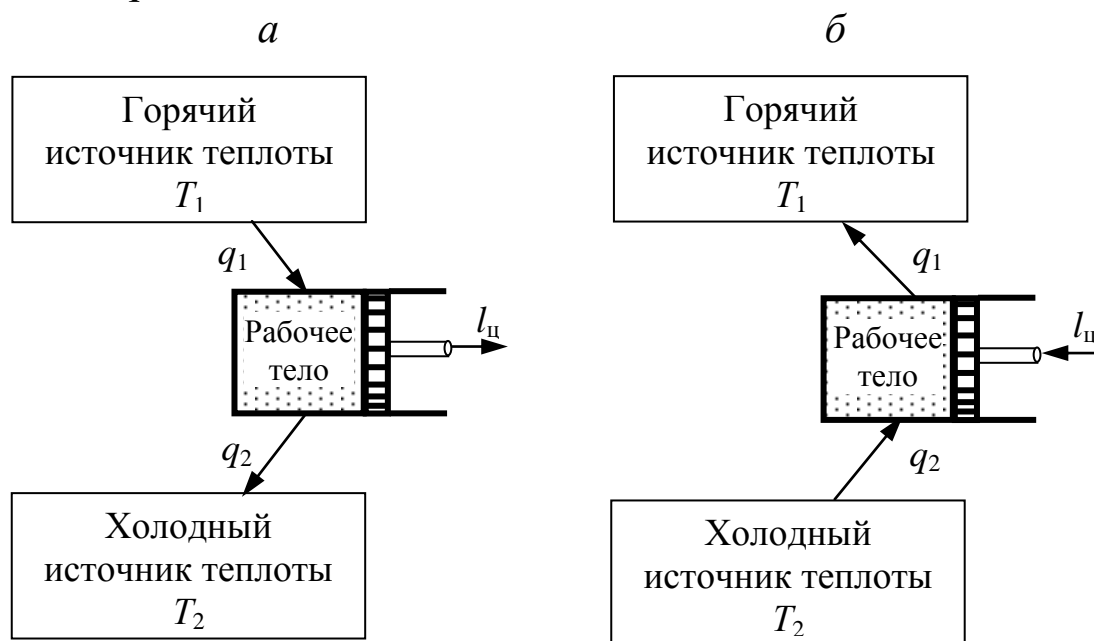


Рис. 3.8. Схема теплового двигателя (а) и термодинамическая схема холодильной машины (б)

Согласно первому закону термодинамики,  $q_{ц} = l_{ц}$ .

*Прямой цикл* – цикл, в котором работа расширения больше работы сжатия.



*Обратный* (холодильный) цикл – цикл, в котором работа расширения меньше работы сжатия. В этом случае теплота будет переходить от холодного источника к источнику с большей температурой (рис. 3.8, б). По такому циклу работают холодильные машины и тепловые насосы.

### **3.13. Содержание второго закона термодинамики и его формулировки**

Всякий цикл протекает так, что в течение какой-то его части теплота подводится к рабочему телу, а в течение другой его части теплота отводится. Знак работы за цикл определяется только абсолютными величинами подводимого и отводимого количества теплоты: если подводимая к рабочему телу теплота по абсолютной величине больше отводимой, то работа за цикл положительна, отрицательной работа за цикл будет в том случае, когда абсолютная величина теплоты, отводимой от рабочего тела, больше подводимой.

Если считать, что замкнутые процессы (циклы) протекают в тепловых двигателях и машинах-орудиях или теплосиловых установках, то рассматриваемые выше положения приводят к следующим формулировкам второго закона термодинамики:

- *«Теплота не может переходить от холодного тела к теплому даровым процессом (без затраты работы)»* (Клаузиус).
- *«Невозможно построить периодически действующую машину, которая не производит ничего другого, кроме работы и охлаждения источника теплоты»* (Планк).
- *«Осуществление Perpetuum mobile 2-го рода невозможно»* (Оствальд).
- *«Энергия изолированной системы постепенно деградирует»* (Томсон).
- *«Природа стремится от состояний маловероятных к состояниям более вероятным»* (Больцман).

С точки зрения первого закона термодинамики, не существует ограничений для превращения получаемой рабочим телом теплоты в работу. Этот закон требует, чтобы при таких превращениях соблюдалась эквивалентность теплоты и работы, т. е. чтобы не нарушался закон сохранения энергии. Но опыт показывает, что требований, предъявляемых первым законом термодинамики к процессам превращения теплоты в работу, в циклически работающих двигателях недостаточно.

Существуют ограничения для подобных превращений. Они определяются тем, что нельзя представить себе такой прямой цикл, который замыкался бы без отвода части теплоты, полученной рабочим телом, к источникам теплоты с температурой, более низкой (холодильникам), чем температура тех источников, от которых рабочее тело получало теплоту (источники теплоты).

Итак, для осуществления цикла необходимо, по крайней мере, иметь два источника теплоты, имеющих конечный перепад температур. Встречающиеся в природе доступные для практического использования естественные перепады температур между отдельными телами невелики и поэтому не могут быть эффективно использованы для получения работы.

Для практических целей приходится искусственно создавать системы с источниками, имеющими перепады температур, обеспечивающие эффективную работу двигателей (несколько сот градусов). Одним из источников теплоты в таких системах являются тела, окружающие нас (окружающая среда), имеющие практически постоянную температуру. Использование их в качестве источников теплоты исключается, так как при этом пришлось бы искусственно охлаждать некоторые из тел, чтобы они могли служить холодильниками. В силу этих причин окружающие нас тела, такие как воздух и вода, используются только как холодильники. Источники теплоты создаются искусственно в результате сгорания топлива или ядерных реакций радиоактивных веществ.

Если бы удалось создать периодически действующий двигатель, работающий с одним источником теплоты постоянной температуры, то, используя в качестве такого источника окружающую атмосферу или воду морей и океанов, обладающих практически безграничными запасами энергии, этот двигатель в принципе мог бы работать сколь угодно длительное время, т. е. был бы теоретически вечным.

Однако создание подобного двигателя (*perpetuum mobile*) невозможно в силу второго закона термодинамики.

Поэтому одна из формулировок второго закона термодинамики предупреждает о невозможности построения такого двигателя. В отличие от «вечного» двигателя первого рода, создающего энергию из ничего, двигатель, действующий при наличии одного источника теплоты, называют «вечным» *двигателем второго рода*.

### 3.14. Эффективность термодинамических циклов

*Термический коэффициент полезного действия цикла* – отношение работы, производимой двигателем за цикл  $l_{ц}$ , к количеству теплоты, подведенной за этот цикл от горячего источника  $q_1$ :

$$\eta_t = \frac{l_{ц}}{q_1},$$

но так как

$$l = q_1 - q_2,$$

то

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1}$$

или

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1}.$$

Эффективность обратных циклов характеризуется величиной *холодильного коэффициента*  $\varepsilon$ , равного отношению теплоты, отводимой от охлаждаемого тела  $q_2$ , к затраченной для этого работе  $l$ :

$$\varepsilon = \frac{q_2}{l}.$$

Циклы, так же как и разомкнутые термодинамические процессы, могут быть *обратимыми и необратимыми*. Для необратимости цикла достаточно, чтобы процесс протекал необратимо хотя бы на части цикла.

*Цикл Карно* – цикл, состоящий из двух изотерм и двух адиабат.

Осуществление прямого цикла Карно показано на рис. 3.9.

Для цикла Карно справедливо выражение:

$$\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}.$$

При одинаковых предельных температурах цикл Карно имеет более высокий термический КПД, чем любой другой цикл.

Обратный цикл Карно является идеальным циклом холодильных установок или тепловых насосов (рис. 3.10). Поскольку в обратном цикле сжатие рабочего тела происходит при более высокой температуре, чем расширение, работа сжатия, совершаемая внешними силами, больше работы расширения на величину площади  $abcd$ , ограниченной контуром цикла.

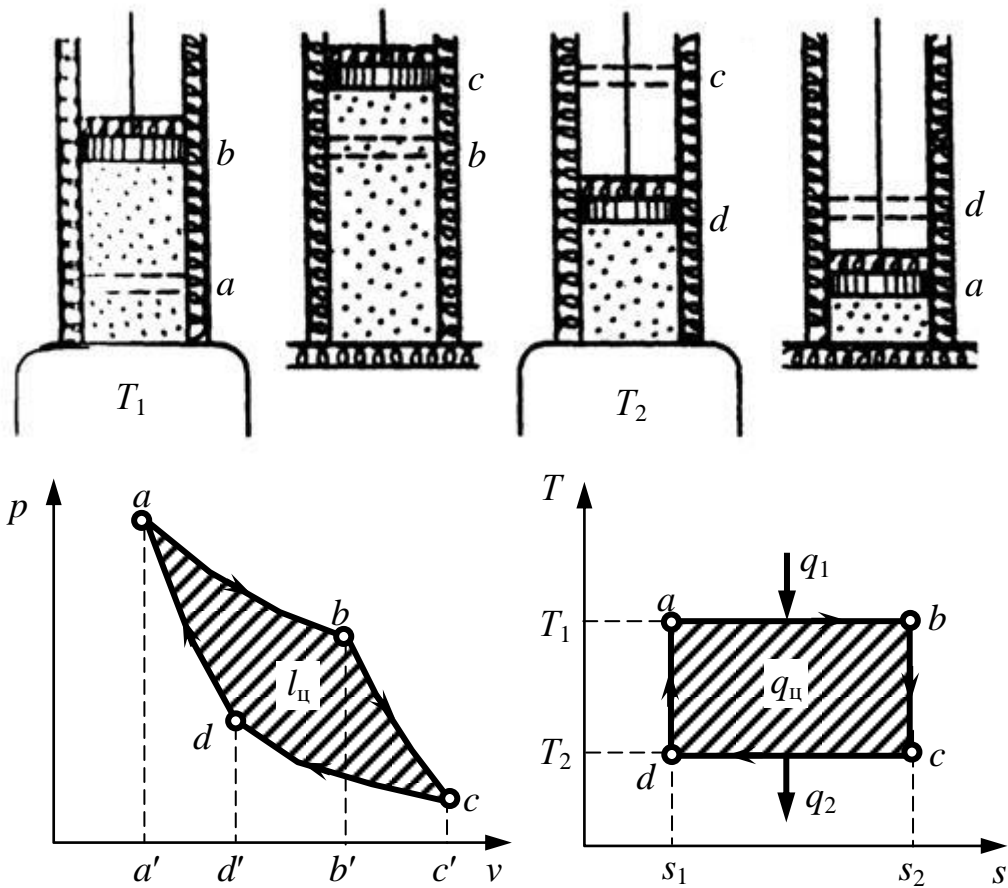


Рис. 3.9. Прямой цикл Карно

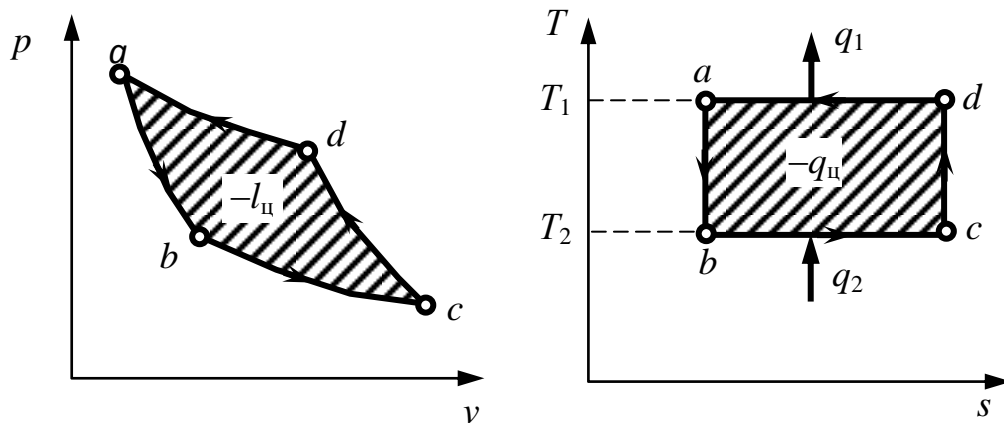


Рис. 3.10. Обратный цикл Карно

Эта работа превращается в теплоту и вместе с теплотой  $q_2$  передается верхнему источнику. При этом затрачивается работа  $l_{II}$  на перенесение теплоты от источника с низкой температурой к источнику с более высокой температурой. Для цикла Карно:

$$\varepsilon = \frac{T_2}{(T_1 - T_2)}$$

Холодильный коэффициент реальных холодильных машин всегда меньше теоретического.

### 3.15. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах

Основными процессами, весьма важными и в теоретическом, и в прикладном отношении, являются: изохорный, протекающий при постоянном объеме; изобарный, протекающий при постоянном давлении; изотермический, происходящий при постоянной температуре; адиабатный – процесс, при котором отсутствует теплообмен с окружающей средой; и политропный, удовлетворяющий уравнению  $pv^n = \text{const}$ .

Метод исследования процессов, не зависящий от их особенностей и являющийся общим, состоит в следующем:

- выводится уравнение процесса, устанавливающее связь между начальными и конечными параметрами рабочего тела в данном процессе;
- вычисляется работа изменения объема газа;
- определяется количество теплоты, подведенной (или отведенной) к газу в процессе;
- определяется изменение внутренней энергии системы в процессе;
- определяется изменение энтропии системы в процессе.

*Изохорный процесс.* Уравнение процесса:

$$v = \text{const},$$

связь между давлением и температурой:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

График процесса представлен на рис. 3.11.

Работа расширения равна нулю.

Количество теплоты, подведенной к газу в данном процессе:

$$q = c_v(T_2 - T_1).$$

Изменение внутренней энергии системы в процессе:

$$\Delta u = c_v(T_2 - T_1).$$

Изменение энтропии:

$$s_2 - s_1 = c_v \ln \frac{p_2}{p_1} = c_v \ln \frac{T_2}{T_1}.$$

Изменение энтальпии:

$$\Delta i = c_p(T_2 - T_1).$$

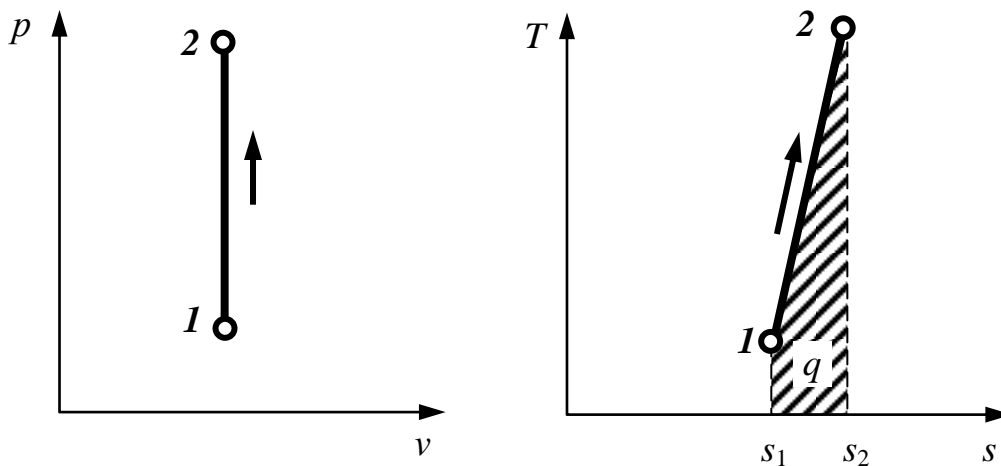


Рис. 3.11. Изохорный процесс

*Изобарный процесс.* Уравнение этого процесса имеет вид:

$$p = \text{const} \quad \text{или} \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

График процесса представлен на рис. 3.12.

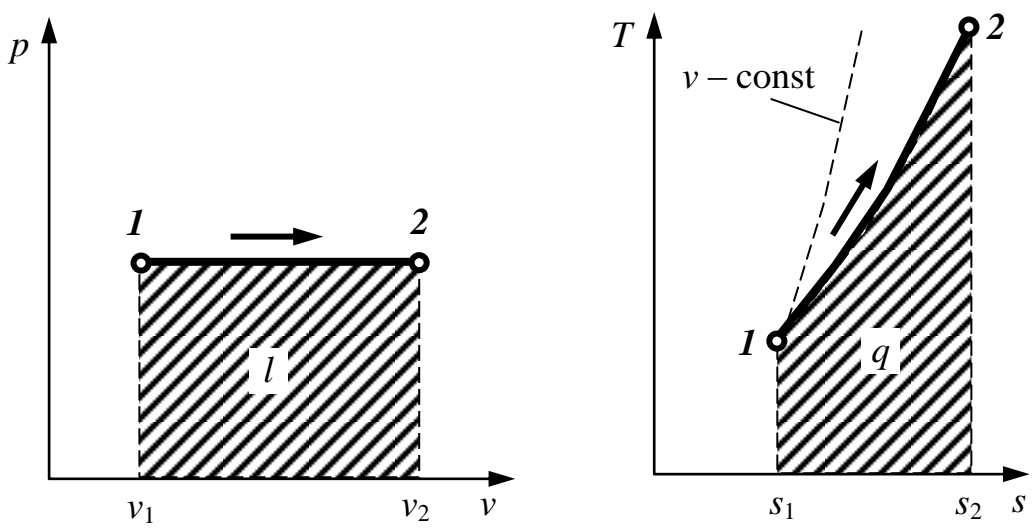


Рис. 3.12. Изобарный процесс

Работа расширения в данном процессе:

$$l = p(v_2 - v_1) = R(T_2 - T_1).$$

Количество теплоты, подведенной к газу в процессе:

$$q = c_p(T_2 - T_1).$$

Изменение внутренней энергии системы в процессе:

$$\Delta u = c_v(T_2 - T_1).$$

Изменение энтропии:

$$s_2 - s_1 = c_p \ln \frac{T_2}{T_1}.$$

Изменение энтальпии:

$$\Delta i = c_p (T_2 - T_1).$$

*Изотермический процесс.* Уравнение этого процесса имеет вид:

$$pv = RT = \text{const} \quad \text{или} \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2}{v_1}.$$

График процесса представлен на рис. 3.13.

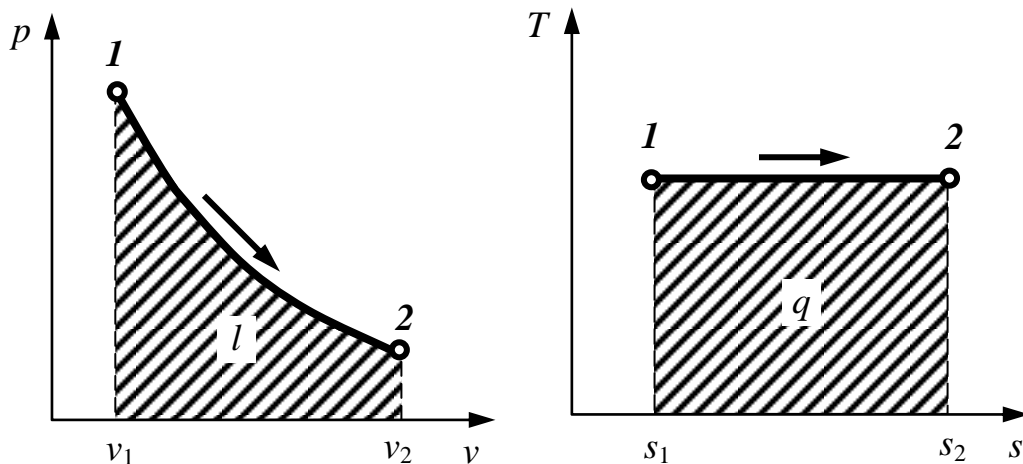


Рис. 3.13. Изотермический процесс

Работа расширения в данном процессе:

$$l = RT \ln \frac{v_2}{v_1} = RT \ln \frac{p_1}{p_2}.$$

Количество теплоты, подведенной к газу в процессе:

$$q = l.$$

Изменение внутренней энергии системы в процессе:

$$\Delta u = 0.$$

Изменение энтропии:

$$s_2 - s_1 = R \ln \frac{v_2}{v_1} = R \ln \frac{p_1}{p_2}.$$

Изменение энтальпии:

$$\Delta i = 0.$$

*Адиабатный процесс.* Уравнение этого процесса имеет вид:

$$pv^k = \text{const} \quad \text{или} \quad \frac{p_1}{p_2} = \left( \frac{v_2}{v_1} \right)^k; \quad \frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1}; \quad \frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}}.$$

График процесса представлен на рис. 3.14.

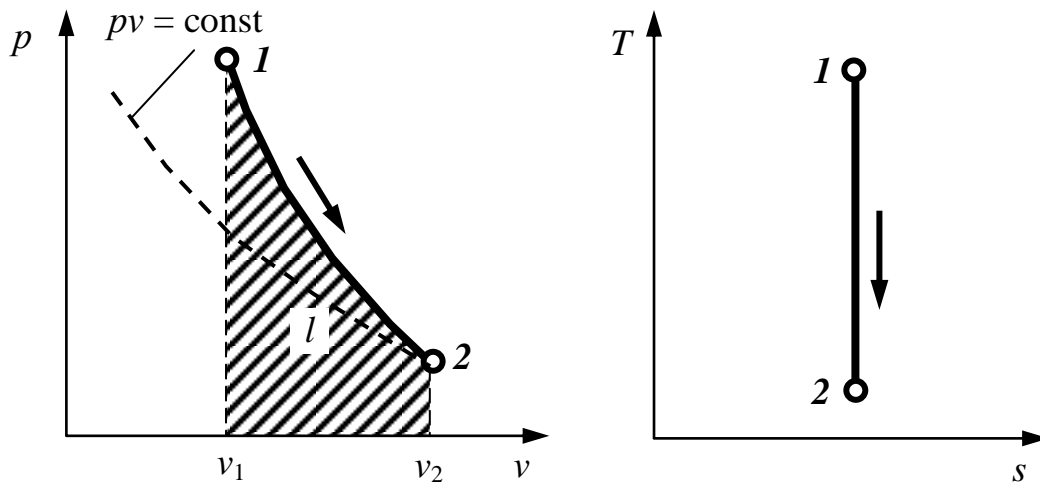


Рис. 3.14. Адиабатный процесс

Работа расширения в данном процессе:

$$l = -\Delta u = c_v(T_1 - T_2) = \frac{R}{k-1}(T_1 - T_2) = \frac{p_1 v_1}{k-1} \left( 1 - \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} \right).$$

Количество теплоты, подведенной к газу в процессе:

$$q = 0.$$

Изменение внутренней энергии системы в процессе:

$$\Delta u = c_v(T_2 - T_1).$$

Изменение энтропии:

$$s_2 - s_1 = 0.$$

Изменение энтальпии:

$$\Delta i = c_p(T_2 - T_1).$$

*Политропный процесс.* Уравнение этого процесса имеет вид:

$$pv^n = \text{const} \quad \text{или} \quad \frac{p_1}{p_2} = \left( \frac{v_2}{v_1} \right)^n; \quad \frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{n-1}; \quad \frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}}.$$

График процесса представлен на рис. 3.15.

Работа расширения в данном процессе:

$$l = \frac{R}{n-1}(T_1 - T_2) = \frac{p_1 v_1}{n-1} \left( 1 - \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{n-1} \right).$$

Количество теплоты, подведенной к газу в процессе:

$$q = c_n(T_2 - T_1),$$

где  $c_n = c_v \frac{k-n}{1-n}$  – теплоемкость газа в политропном процессе.



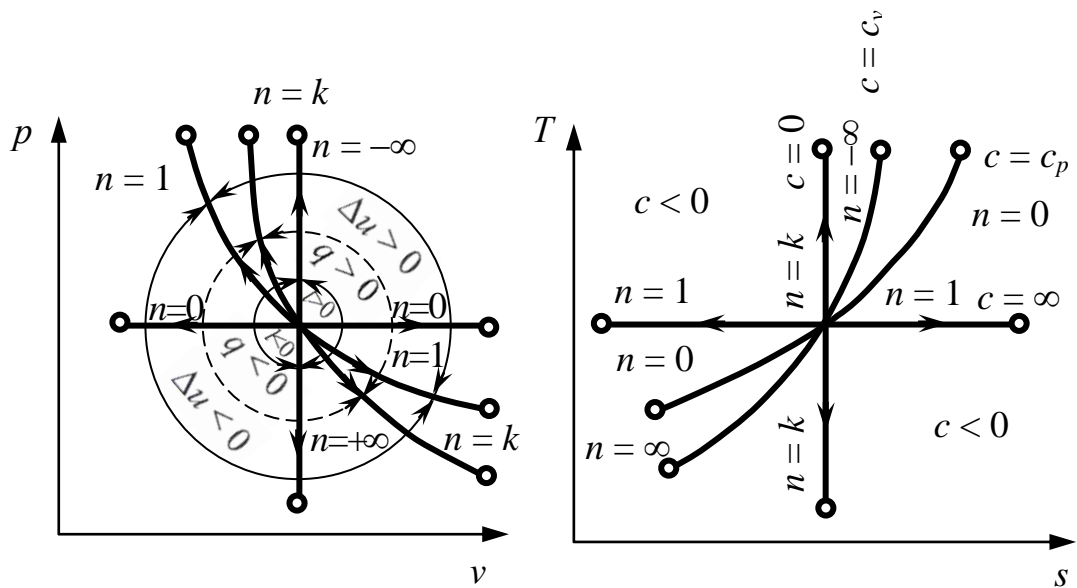


Рис. 3.15. Политропный процесс

Изменение внутренней энергии системы в процессе:

$$\Delta u = c_v (T_2 - T_1).$$

Изменение энтропии:

$$\Delta s_{2-1} = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \frac{v_2}{v_1}$$

$$\text{или } \Delta s_{2-1} = c_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \frac{p_2}{p_1},$$

$$\text{или } \Delta s_{2-1} = c_v \ln \frac{p_2}{p_1} + c_p \frac{v_2}{v_1}.$$

Изменение энтальпии:  $\Delta i = c_p (T_2 - T_1)$ .

Все остальные процессы, рассмотренные выше, являются частными случаями политропного процесса (см. рис. 3.15).

### 3.16. Уравнение первого закона термодинамики для потока

Как указывалось выше, под открытыми понимаются термодинамические системы, которые кроме обмена теплотой и работой с окружающей средой допускают также и обмен массой. В технике широко используются процессы преобразования энергии в потоке, когда рабочее тело перемещается из области с одними параметрами  $p, v$  в область с другими  $p', v'$  – это, например, расширение пара в турбинах, сжатие газов в компрессорах.

Будем рассматривать лишь одномерные стационарные потоки, в которых параметры зависят только от одной координаты, совпадающей с направлением вектора скорости, и не зависят от времени. Условие неразрывности течения в таких потоках заключается в одинаковости массового расхода  $m$  рабочего тела в любом сечении:

$$m = \frac{F c}{v} = \text{const},$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения канала;  $c$  – скорость рабочего тела.

Рассмотрим термодинамическую систему, представленную схематически на рис. 3.16. По трубопроводу  $I$  рабочее тело с параметрами  $T_1, p_1, v_1$  подается со скоростью  $c_1$  в тепломеханический агрегат  $2$  (двигатель, паровой котел, компрессор и т. д.). Здесь каждый килограмм рабочего тела в общем случае может получать от внешнего источника теплоту  $q$  и совершать техническую работу  $l_{\text{тех}}$ , например, приводя в движение ротор турбины, а затем удаляется через выпускной патрубок  $3$  со скоростью  $c_2$ , имея параметры  $T_2, p_2, v_2$ .

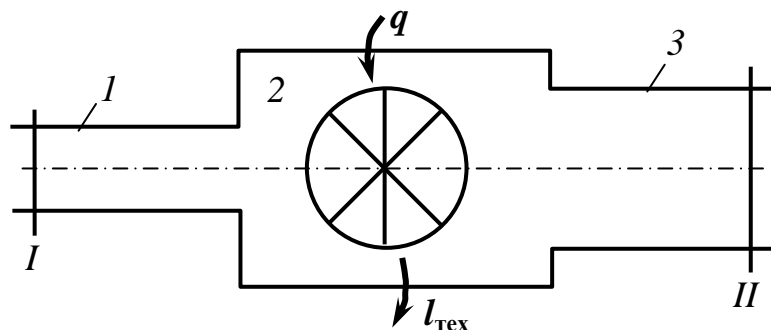


Рис. 3.16. Открытая термодинамическая система

Технической называется работа, отбираемая из потока за счет каких-либо технических устройств или подводимая к нему.

Если в потоке мысленно выделить замкнутый объем рабочего тела и наблюдать за изменением его параметров в процессе перемещения, то для описания его поведения будут пригодны все полученные выше термодинамические соотношения и, в частности, первый закон термодинамики в обычной записи:  $q = \Delta u + l$ .

Внутренняя энергия есть функция состояния рабочего тела, поэтому значение  $u_1$  определяется параметрами рабочего тела при входе (сечение потока  $I$ ), а значение  $u_2$  – параметрами рабочего тела при выходе из агрегата (сечение  $II$ ).

Изменение внутренней энергии в процессе:  $\Delta u = u_2 - u_1$ .

Работа расширения  $l$  совершается рабочим телом на поверхностях, ограничивающих выделенный движущийся объем, т. е. на стенках агрегата и границах, выделяющих этот объем в потоке. Часть стенок агрегата неподвижна, и работа расширения на них равна нулю. Другая часть стенок специально делается подвижной (рабочие лопатки в турбине и компрессоре, поршень в поршневой машине), и рабочее тело совершает на них техническую работу  $l_{\text{тех}}$ .

При входе рабочее тело вталкивается в агрегат. Для этого затрачивается работа вталкивания:  $l_{\text{вт}} = -p_1 v_1$ .

Для того чтобы выйти в трубопровод 3, рабочее тело должно вытолкнуть из него такое же количество рабочего тела, ранее находившегося в нем, при этом затрачивается определенная работа выталкивания:  $l_{\text{выт}} = p_2 v_2$ .

Если скорость потока на выходе больше, чем на входе, то часть работы расширения будет затрачена на увеличение кинетической энергии рабочего тела в потоке:

$$l_{\text{к}} = \frac{c_2^2 - c_1^2}{2}.$$

В неравновесном процессе некоторая работа  $l_{\text{тр}}$  может быть затрачена на преодоление сил трения.

Окончательно получим:

$$l = l_{\text{вт}} + l_{\text{выт}} + l_{\text{тех}} + l_{\text{к}} + l_{\text{тр}}.$$

Теплота, сообщенная каждому килограмму рабочего тела во время прохождения его через агрегат, складывается из теплоты, подведенной снаружи, и теплоты, в которую переходит работа трения внутри агрегата:

$$q = q_{\text{внеш}} + q_{\text{тр}}.$$

Подставив полученные значения  $q$  и  $l$  в уравнение первого закона термодинамики, получим:

$$q_{\text{внеш}} + q_{\text{тр}} = u_2 - u_1 + p_2 v_2 - p_1 v_1 + l_{\text{тех}} + l_{\text{тр}} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2}.$$

Учитывая, что  $q_{\text{тр}} = l_{\text{тр}}$  и  $i = u + pv$ , то окончательно получим:

$$q_{\text{внеш}} = i_2 - i_1 + l_{\text{тех}} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2}.$$

Это выражение первого закона термодинамики для потока, которое формулируется так: *теплота, подведенная к потоку рабочего тела извне, расходуется на увеличение энтальпии рабочего те-*

ла, производство технической работы и увеличение кинетической энергии потока.

В дифференциальной форме данное уравнение записывается в виде:

$$dq_{\text{внеш}} = di + dl_{\text{тех}} + \frac{dc^2}{2}.$$

Оно справедливо как для равновесных процессов, так и для течений, сопровождающихся трением.

Рассмотрим применение первого закона термодинамики к различным типам тепломеханического оборудования.

*Теплообменный аппарат* (устройство, в котором теплота от жидкой или газообразной среды передается другой среде). Для него:

$$l_{\text{тех}} = 0; \quad \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} \ll q_{\text{внеш}},$$

поэтому

$$q_{\text{внеш}} = i_2 - i_1.$$

*Тепловой двигатель.* Рабочее тело производит техническую работу за счет уменьшения энтальпии:

$$\frac{c_2^2 - c_1^2}{2} \ll l_{\text{тех}};$$

$$q_{\text{внеш}} = 0;$$

$$l_{\text{тех}} = i_1 - i_2.$$

*Компрессор* – машина, предназначенная для сжатия газа: техническая работа в адиабатном компрессоре затрачивается на увеличение энтальпии газа:

$$c_2 \approx c_1; \quad q_{\text{внеш}} = 0;$$

$$l_{\text{тех}} = i_1 - i_2.$$

*Сопла и диффузоры.* Специально спроектированные каналы для разгона рабочей среды и придания потоку определенного направления называются *соплами*.

Каналы, предназначенные для торможения потока и повышения давления, называются *диффузорами*. Техническая работа в них не совершается, поэтому уравнение приводится к виду:

$$dq_{\text{внеш}} = di + d\left(\frac{c^2}{2}\right).$$

С учетом выражения первого закона термодинамики для закрытой системы можно записать:

$$\frac{c_2^2 - c_1^2}{2} = i_1 - i_2.$$

Ускорение адиабатного потока происходит за счет уменьшения энтальпии, а торможение потока вызывает ее увеличение.

### 3.17. Уравнение Д. Бернулли для газов

При установившемся одномерном плавно изменяющемся адиабатическом движении газа, как и для несжимаемой жидкости, можно поток разбить на элементарные струйки. При этом живые сечения потока можно считать плоскими. Для такого потока газа будут справедливы уравнения Д. Бернулли:

в интегральной форме вдоль потока:

$$\frac{k}{k-1} \cdot \frac{p}{\rho} + \frac{w^2}{2} = \text{const};$$

в дифференциальной форме:

$$-dp = \rho \cdot w \cdot dw;$$

уравнение неразрывности (постоянства массы):

$$\rho \cdot w \cdot \omega = \text{const}.$$

В последних равенствах  $w$  – средняя скорость течения в живом сечении потока.

### 3.18. Число Маха

Многие свойства потока сжимаемой жидкости и характер взаимодействия его с окружающей средой зависят от соотношения скорости движения потока и скорости звука в нем.

Учитывая важность этого обстоятельства, в гидродинамике сжимаемой жидкости рассматриваются два вида одномерного движения потоков:

- дозвуковое течение, когда скорость движения потока меньше скорости звука;

- сверхзвуковое течение, когда скорость движения потока превосходит скорость звука в нем.

Сжимаемость жидкости часто характеризуют безразмерной величиной, равной отношению скорости потока сжимаемой жидкости

$w$  к скорости звука в нем  $a$ . Это отношение называют *числом Маха* или числом  $M$ :

$$M = \frac{w}{a}.$$

Если  $M < 1$  – поток считается дозвуковым,

$M > 1$  – сверхзвуковым.

Далее мы будем рассматривать быстропротекающие процессы, которые с большой точностью можно считать протекающими без обмена теплом как с внешней средой, так и между частями газа (жидкости) внутри, т. е. адиабатическими или изоэнтропическими (эти понятия совпадают для идеального газа), когда  $dS = 0$ .

Для газа уравнение состояния при изоэнтропических процессах:

$$\frac{p}{\rho^k} = \text{const},$$

где  $k = \frac{c_p}{c_v}$  – отношение теплоемкостей при постоянном давлении

( $c_p$ ) и при постоянном объеме ( $c_v$ ).

Для воды уравнение изоэнтропы, вытекающее из приведенного выше уравнения состояния, имеет вид:

$$\frac{p + B}{\rho^{n^*}} = \text{const} \quad \text{или} \quad \frac{p + B}{\gamma^{n^*}} = \text{const}.$$

С учетом приведенных уравнений изоэнтропы имеем:

- для воздуха  $\frac{dp}{d\rho} = k \cdot \frac{p}{\rho};$

- для воды  $\frac{dp}{d\rho} = n^* \cdot \frac{p + B}{\rho}.$

Таким образом, скорость звука

- в воздухе  $a = \sqrt{k \cdot \frac{p}{\rho}};$

- в воде  $a = \sqrt{n^* \cdot \frac{p + B}{\rho}}.$

При стандартных условиях:  $p = 1,0332 \cdot 10^4$  кгс/м<sup>2</sup>, плотность воздуха:

$$\rho = \gamma / g = 1,23 \text{ кгс/м}^3 / 9,81 \text{ м/с}^2 = 0,125 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4; k = 1,4;$$

$$a_o = \sqrt{1,4 \cdot \frac{1,0332 \cdot 10^4}{0,125}} = 340 \text{ м/с.}$$

Плотность воды  $\rho = 1000 / 9,81 = 102 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$ ;  $n^* = 7,15$ ;  
 $B = 3045 \text{ кгс/см}^2$ ;

$$a_o = \sqrt{7,15 \cdot \frac{1,0332 \cdot 10^4 + 3045 \cdot 10^4}{102}} = 1460 \text{ м/с.}$$

Как видно из полученных значений, скорость звука в воде в 4,3 раза больше скорости звука в воздухе.

### 3.19. Истечение газа из суживающегося сопла

Скорость истечения газа из сопла, м/с:

$$c_2 = \sqrt{\frac{2k}{k-1} p_1 v_1 \left( 1 - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right)}.$$

Массовый расход газа через сопло, кг/с:

$$m = F \sqrt{\frac{2k}{k-1} \cdot \frac{p_1}{v_1} \left( \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{k}} - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right)}. \quad (3.3)$$

По уравнению (3.3) построена кривая  $IKO$  на рис. 3.17.

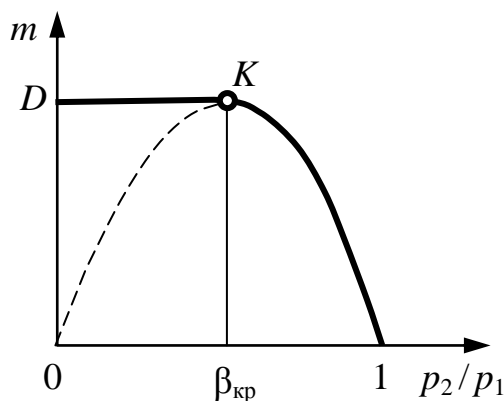


Рис. 3.17. Зависимость массового расхода газа через сопло

При  $p_2 = p_1$  расход газа равен нулю. С уменьшением давления среды  $p_2$  расход газа увеличивается и достигает максимального значения при  $p_2 / p_1 = \beta_{кр}$ . При дальнейшем уменьшении отношения  $p_2 / p_1$  массовый расход газа  $m$ , рассчитанный по формуле (3.3), убывает и при  $p_2 / p_1 = 0$  становится равным нулю.

Сравнение описанной зависимости с экспериментальными данными показало, что для  $\beta_{кр} < p_2 / p_1 < 1$  результаты полностью совпадают, а для  $0 < p_2 / p_1 < \beta_{кр}$  они расходятся – действительный массовый расход на этом участке остается постоянным (прямая *KD*).

Для объяснения этого расхождения теории с экспериментом существует гипотеза А. Сен-Венана (1839): в суживающемся сопле невозможно получить давление газа ниже некоторого критического значения  $\beta_{кр}$ , соответствующего максимальному расходу газа через сопло. Как бы мы ни понижали давление среды, куда происходит истечение газа, давление на выходе из сопла остается постоянным и равным  $p_{кр}$ .

Отношение критического давления на выходе к давлению перед соплом имеет постоянное значение и зависит только от показателя адиабаты, т. е. от природы рабочего тела:

$$\beta_{кр} = \frac{p_{кр}}{p_1} = \left( \frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}.$$

Для одноатомных газов эта величина составляет 0,49, для двухатомных – 0,528 и для многоатомных – 0,546.

### 3.20. Зависимость между скоростью звука и скоростями течения сжимаемой жидкости

Рассмотрим особенности потоков с дозвуковыми и сверхзвуковыми скоростями движения (течения).

Для установления указанных зависимостей воспользуемся уравнением Д. Бернулли для одномерного изоэнтропического движения потока идеального газа, записанного в виде:

$$\frac{k}{k-1} \cdot \frac{p}{\rho} + \frac{w^2}{2} = \text{const}.$$

Если учесть, что скорость звука в идеальном газе

$$a = \sqrt{\frac{k \cdot p}{\rho}},$$

то уравнение примет вид:

$$\frac{a^2}{k-1} + \frac{w^2}{2} = \text{const}.$$

Из последнего уравнения видно, что скорость звука  $a$  в газовом потоке связана со скоростью течения потока газа  $w$ . При скорости



течения газа  $w = 0$  (газ находится в покое – в заторможенном состоянии) скорость звука в нем имеет наибольшее значение:

$$a_0 = \sqrt{\frac{k \cdot p_0}{\rho_0}},$$

где  $p_0$  и  $\rho_0$  – соответственно абсолютное давление и плотность газа, находящегося в покое (в заторможенном состоянии).

Скорость  $a_0$  называют скоростью звука при торможении.

Уравнение Бернулли теперь можно записать в виде:

$$\frac{a^2}{k-1} + \frac{w^2}{2} = \frac{a_0^2}{k-1}.$$

С увеличением скорости потока  $w$  скорость звука, как это следует из последнего уравнения, уменьшается и в некотором сечении потока они могут оказаться равными.

Скорость потока, равная местной скорости звука в нем, называется критической и обозначается  $w_{кр}$ . Скорость звука в этом случае также называется критической и обозначается  $a_{кр}$ . Уравнение Бернулли принимает вид:

$$\frac{a^2}{k-1} + \frac{w^2}{2} = \frac{k+1}{k-1} \cdot \frac{a_{кр}^2}{2} = \frac{k+1}{k-1} \cdot \frac{w_{кр}^2}{2}.$$

Используя уравнения, можно установить связь между скоростью звука при торможении  $a_0$  и критической скоростью звука  $a_{кр}$ . Приравняв правые части двух предыдущих уравнений, получим:

$$\frac{a_0^2}{k-1} = \frac{k+1}{k-1} \cdot \frac{a_{кр}^2}{2},$$

откуда

$$a_{кр} = \sqrt{\frac{2}{k+1}} \cdot a_0.$$

При очень большой скорости течения потока  $w$  скорость звука, как это видно из уравнения Бернулли, может обратиться в нуль. Это может быть тогда, как это следует из формулы для скорости звука, когда абсолютная температура газа  $T$  будет равна нулю. Скорость газового потока в этом случае называют максимальной  $w_{max}$  или предельной  $w_{пред}$ . Уравнение Бернулли в этом случае примет вид:

$$\frac{a^2}{k-1} + \frac{w^2}{2} = \frac{w_{max}^2}{2}.$$

На основании вышеизложенного уравнение Д. Бернулли можно представить так:

$$\frac{a^2}{k-1} + \frac{w^2}{2} = \frac{a_0^2}{k-1} = \frac{k+1}{k-1} \cdot \frac{a_{кр}^2}{2} = \frac{w_{max}^2}{2},$$

откуда

$$w_{max} = \sqrt{\frac{k+1}{k-1}} \cdot a_{кр} = \sqrt{\frac{2}{k-1}} \cdot a_0.$$

Изложенное свидетельствует о тесной зависимости между скоростью звука и скоростью течения сжимаемых жидкостей, и это обстоятельство широко используется при производстве расчетов.

### 3.21. Зависимость между изменениями сечения и скоростью течения потока сжимаемой жидкости. Сопло Лавала

В гидродинамике несжимаемой жидкости устанавливается, что скорости вдоль потока несжимаемой жидкости изменяются обратно пропорционально площадям живых сечений.

В условиях сжимаемой жидкости уравнение постоянства массы (рис. 3.18)

$$\rho \cdot w \cdot \omega = \text{const}$$

приводит в некоторых случаях к противоположным выводам.

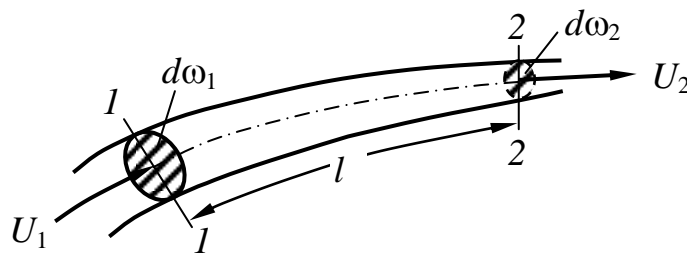


Рис. 3.18. Линия тока жидкости (газа)

Представим уравнение в дифференциальной форме:

$$\frac{d\rho}{\rho} + \frac{dw}{w} + \frac{d\omega}{\omega} = 0. \quad (3.4)$$

Преобразуем последнее уравнение, учитывая, что  $\frac{w}{a} = M$ :

$$\frac{d\omega}{\omega} = \frac{dw}{w} \cdot (M^2 - 1). \quad (3.5)$$

Это уравнение позволяет сделать следующие выводы.

Если число  $M < 1$  ( $w < a$ ), правая часть уравнения будет отрицательной. Следовательно, знаки перед  $d\omega$  и  $dw$  будут противоположными. Это значит, что в дозвуковом потоке, как и в потоке не-

сжимаемой жидкости, скорость  $w$  обратно пропорциональна площади живого сечения  $\omega$ .

Если же  $M > 1$ , то есть когда  $w > a$ , знаки перед  $d\omega$  и  $dw$  совпадают. Это значит, что в сверхзвуковом потоке сжимаемой жидкости скорость  $w$  прямо пропорциональна площади живого сечения  $\omega$ . То есть следует вывод, прямо противоположный выводу, широко известному из гидродинамики несжимаемой жидкости.

Подобное явление в сжимаемой жидкости возможно потому, что увеличение скорости в нем вызывает не только уменьшение давления (как и в несжимаемой жидкости), но и уменьшение плотности, то есть ее расширение. Следовательно, расширение струи газа в сверхзвуковом потоке ведет к расширению самого газа в термодинамическом смысле, то есть к уменьшению давления, плотности, температуры и к увеличению скорости.

Рассмотрим, в каких условиях возможен переход дозвукового потока в сверхзвуковой и, наоборот, сверхзвукового в дозвуковой.

Пусть имеется поток, в котором  $w = a$ , то есть  $M = 1,0$ . Из уравнения (3.5) следует, что в этом случае  $\frac{d\omega}{\omega} = 0$  и что  $d\omega = 0$ . Если при непрерывном изменении скорости течения струи  $d\omega = 0$ , то это значит, что в данном месте струя переходит от расширения к сужению или, наоборот, от сужения к расширению.

Теперь установим, в каких условиях может наступать равенство  $w = a$  ( $M = 1,0$ ) и переход потока из одного вида в другой.

Рассмотрим две возможные конфигурации потока (струи): расширяющуюся и сужающуюся к середине (рис. 3.19).

В первом случае (см. рис. 3.19, *а*) при дозвуковой скорости потока в начале струи скорость в ней уменьшается в направлении течения и в сечении  $\omega_{\max}$  имеет минимальное значение.

При сверхзвуковой скорости потока скорость увеличивается в направлении течения и в сечении  $\omega_{\max}$  имеет наибольшее значение. Следовательно, в обоих случаях скорость течения в сечении  $\omega_{\max}$  может быть равной скорости звука.

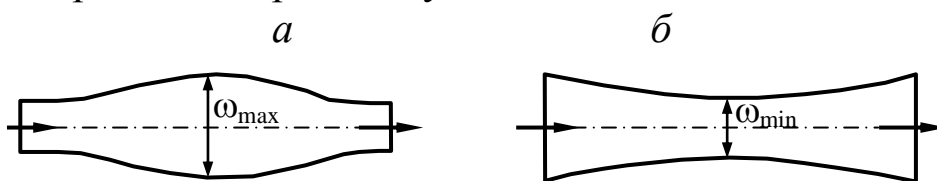


Рис. 3.19. Возможные конфигурации потока (струи):  
*а* – расширяющаяся и *б* – сужающаяся к середине

Во втором случае (см. рис. 3.19, б) при дозвуковой скорости потока в начале струи скорость в струе по мере уменьшения площади сечения увеличивается и в сечении  $\omega_{\min}$  может стать звуковой, а затем и сверхзвуковой.

При сверхзвуковой скорости потока в начале струи скорость струи по мере уменьшения сечения также уменьшается и в сечении  $\omega_{\min}$  может стать звуковой, а затем будет уменьшаться в расширяющейся части струи уже как дозвуковая скорость.

Следовательно, скорость струи может перейти значение скорости звука только в наиболее узком сечении струи. Это сечение называют критическим, а скорость звука, равную скорости течения потока, называют, как указывалось выше, критической скоростью.

Рассмотренную выше особенность струй (потоков) сжимаемых жидкостей (газов) учитывают при проектировании специальных насадок (сопел), например, в ракетостроении, которые должны обеспечить истечение сжимаемых жидкостей со сверхзвуковой скоростью из емкостей, где они находятся под давлением.

В честь шведского инженера Лавалья, предложившего для получения сверхзвуковых потоков плавно сужающуюся и затем плавно расширяющуюся насадку (сопло), эту насадку называют сопло Лавалья (см. рис. 3.19, б).

### 3.22. Дросселирование газов и паров

*Дросселирование* – процесс уменьшения давления без совершения внешней работы и без теплообмена при прохождении потока через сопротивления или препятствия (клапаны, вентили и т. п.).

Эффект Джоуля-Томпсона – изменение температуры при дросселировании потока.

Рассматривая уравнение Ван-дер-Ваальса (с. 48) в виде:

$$p = \frac{RT}{v} + \frac{RTb}{v^2} - \frac{2a}{v^2},$$

можно установить, что:

- при высокой температуре  $\frac{RTb}{v^2} > \frac{2a}{v^2}$  и при расширении газ будет нагреваться;

- при низкой температуре  $\frac{RTb}{v^2} < \frac{2a}{v^2}$  и при расширении газ будет охлаждаться;

- при температуре, равной температуре инверсии  $T_{\text{инв}}$ ,  $\frac{RTb}{v^2} = \frac{2a}{v^2}$  и при расширении температура газа изменяться не будет (точка инверсии):

$$T_{\text{инв}} = 6,75 T_{\text{кр}},$$

где  $T_{\text{кр}}$  – температура в критической точке, где сравниваются различия жидкого и газообразного состояния тела.

*Пример:*

$$T_{\text{кр}}^{\text{H}_2} = 32 \text{ К}$$

$$T_{\text{инв}}^{\text{H}_2} = 216 \text{ К} \quad (-57 \text{ }^\circ\text{C});$$

$$T_{\text{кр}}^{\text{He}} = 5 \text{ К}$$

$$T_{\text{инв}}^{\text{He}} = 34 \text{ К} \quad (-239 \text{ }^\circ\text{C}).$$

Для обычных газов эффект Джоуля-Томпсона положителен и определяется по формуле Ноэля:  $\alpha_i = (a - bp) \left( \frac{273}{T} \right)^2$ , где  $\alpha_i$  – эффект изменения температуры на каждую атмосферу давления.

### 3.23. Вихревые трубы

В основе работы вихревой трубы лежит эффект Ранка-Хилша (1933). Вихревая труба представляет собой газодинамическое устройство с тангенциальным входом газа (рис. 3.20).

В закрученных потоках вязкого газа при наличии поперечного градиента скорости поверхности тока взаимодействуют между собой из-за наличия касательных сил вязкости. Работа, затраченная на преодоление этих сил, преобразуется в тепло. При этом разные струйки могут обладать разными запасами полной энергии:

$$i' = c_p + \frac{v^2}{2}.$$

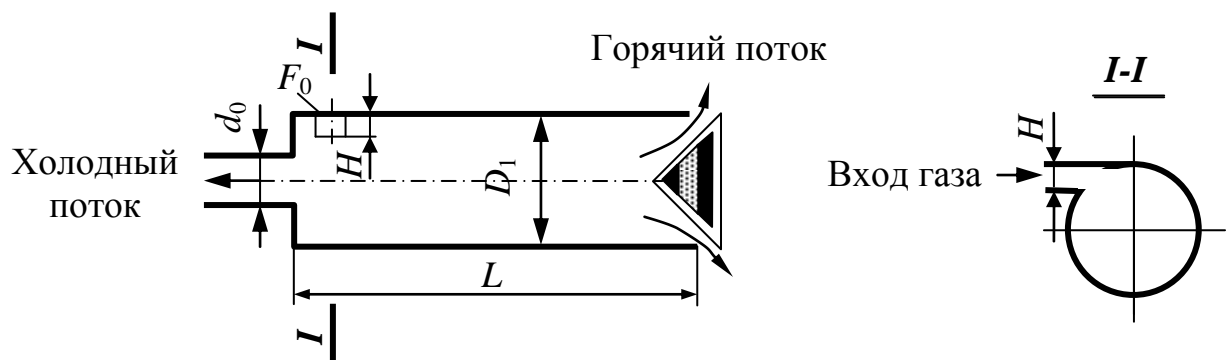


Рис. 3.20. Схема вихревой трубы

Наличие в потоке градиента температур предопределяет теплообмен между слоями газа. Однако большой вклад в перераспределение полной энергии принадлежит турбулентному механизму переноса.

Вихревая труба состоит из корпуса, выполненного в виде цилиндрической или диффузорной трубы с диаметром начального сечения  $d_0$  и длиной  $L$ , тангенциально расположенных по отношению к корпусу вводных сопел с площадью проходного сечения  $F_0$  и шириной  $H$ , диафрагмы с диаметром отверстия  $D_1$ , расположенной вблизи соплового входа, и конического регулировочного вентиля на противоположном от диафрагмы конце корпуса (см. рис. 3.20).

Интенсивность энергетического разделения газов в вихревой трубе обычно оценивают по зависимости величин избыточных температур газа  $\Delta T_1$  и  $\Delta T_2$  от доли охлажденного потока  $\mu$ . При этом

$$\begin{aligned}\Delta T_1 &= T^t - T_1; \\ \Delta T_2 &= T_2 - T^t; \\ \mu &= \frac{M_1}{M^t},\end{aligned}$$

где  $T^t$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  – температура торможения на входе в вихревую трубу, на выходе из нее охлажденного и горячего потоков соответственно;  $M^t$  и  $M_1$  – массовые расходы исходного и охлажденного потоков газа соответственно.

Типичные экспериментальные зависимости величин  $\Delta T_1$  и  $\Delta T_2$  от относительного расхода холодного потока  $\mu$  приведены на рис. 3.21.

Эффект энергетического разделения газа неразрывно связан с перестройкой затухающего вихревого турбулентного движения и происходит в довольно протяженной области течения, простирающейся от соплового входа на расстояние от одного до нескольких десятков диаметров вихревой трубы. При большой длине области происходящие в ней явления не будут определяться детальной структурой потока на входе в вихревую трубу и должны зависеть от переменных, характеризующих течение в целом, т. е. от интегральных величин, таких как массовый расход поступающего в трубу газа, поток импульса в направлении оси трубы, поток энергии и массовый расход отбираемого через отверстие диафрагмы холодного газа. К этим интегральным характеристикам необходимо добавить характерный размер – диаметр трубы  $d_0$ .

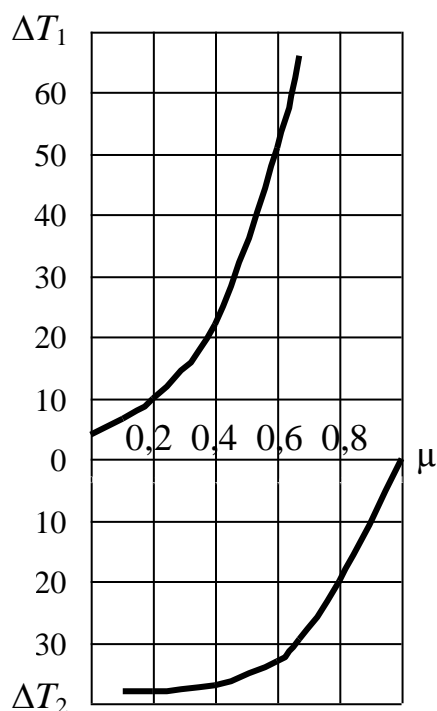


Рис. 3.21. Температура газа на выходе из вихревой трубы

Следует отметить, что поток газа в вихревой трубе является развитым турбулентным потоком. Можно предположить, что турбулентность, возбуждаемая струями, истекающими из вводных сопел вихревой трубы, имеет высокий уровень, превышающий во всей области энергетического разделения уровень турбулентности, порождаемый в пограничном слое на стенках трубы.

Рабочая величина давления на входе в вихревую трубу может меняться в широких пределах; по имеющимся данным, вихревая труба устойчиво работает при полном давлении на входе 0,5-0,7 МПа, известны эксперименты с пропуском через вихревую трубу газа с давлением до 25 МПа. Температура теплого и холодного потоков зависит от начальной температуры газа на входе; рис. 3.21 дает представление о перепаде температур в потоках; этот перепад, как правило, сохраняется. Потери энергии в вихревой трубе связаны с трением высокоскоростного газового потока о стенки.

Таким образом, вихревая труба является весьма удобным инструментом для получения высокотемпературных (+60...+80 °С) и низкотемпературного (-20...-40 °С) газовых потоков, которые можно использовать для отопительных целей и холодильной техники.

В настоящее время вихревая техника широко внедрена в промышленность: вихревые управляющие клапаны в системах управ-

ления тягой ракетных двигателей, вихревые холодильники, вихревые системы очистки, осушки газа в газовой промышленности, вихревые системы газоподготовки для нужд пневмогазоавтоматики.

### 3.24. Цикл газотурбинной установки

В циклах ДВС рабочее тело выбрасывается из цилиндра с температурой и давлением, которые превышают соответствующие параметры окружающей среды. Поэтому циклам ДВС присущи потери эксергии из-за «недорасширения» газов до параметров окружающей среды. Их удастся значительно сократить в циклах газотурбинных установок.

Принципиальная схема газотурбинной установки (ГТУ) представлена на рис. 3.22. Воздушный компрессор  $K$  сжимает атмосферный воздух, повышая его давление от  $p_1$  до  $p_2$ , и непрерывно подает его в камеру сгорания  $КС$ . Туда же специальным нагнетателем  $H$  непрерывно подается необходимое количество жидкого или газообразного топлива. Образующиеся в камере продукты сгорания выходят из нее с температурой  $T_3$  и практически с тем же давлением (если не учитывать сопротивления), что и на выходе из компрессора ( $p_3 = p_2$ ). Следовательно, горение топлива (т. е. подвод теплоты) происходит при постоянном давлении.

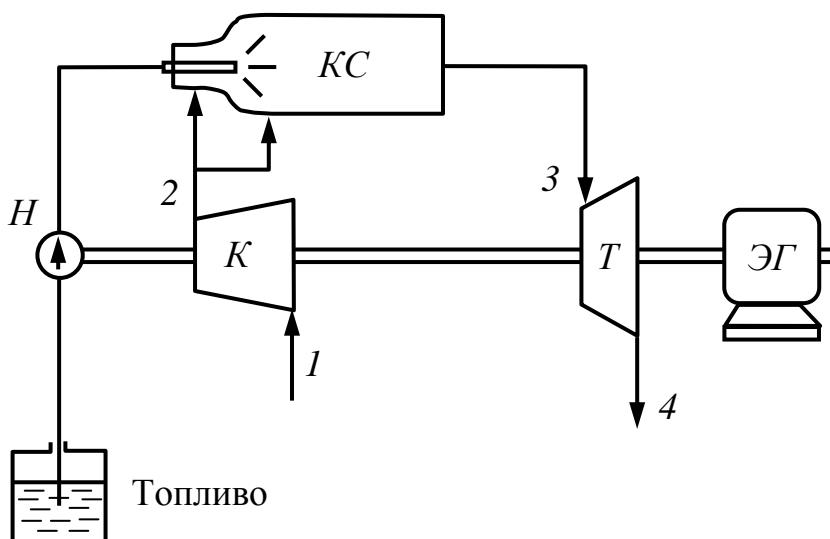


Рис. 3.22. Схема газотурбинной установки

В газовой турбине  $T$  продукты сгорания адиабатно расширяются, в результате чего их температура снижается до  $T_4$ , а давление уменьшается до атмосферного  $p_1$ . Весь перепад давлений ( $p_3 - p_1$ )



используется для получения технической работы в турбине  $l_{\text{тех}}$ . Большая часть этой работы  $l_k$  расходуется на привод компрессора; разность  $(l_{\text{тех}} - l_k)$  является полезной и используется, например, на производство электроэнергии в электрическом генераторе ЭГ или на другие цели (при использовании жидкого топлива расход энергии на привод топливного насоса невелик, и в первом приближении его можно не учитывать).

Заменив сгорание топлива изобарным подводом теплоты (линия 2-3 на рис. 3.23), а охлаждение выброшенных в атмосферу продуктов сгорания – изобарным отводом теплоты (линия 4-1), получим цикл газотурбинной установки 1-2-3-4.

Полезная работа  $l_{\text{ц}}$  изображается площадью, заключенной внутри контура цикла (площадь 1-2-3-4). На рис. 3.23, а видно, что полезная работа равна разности между технической работой, полученной в турбине (площадь 6-3-4-5), и технической работой, затраченной на привод компрессора (площадь 6-2-1-5). Площадь цикла 1-2-3-4 в  $T$ - $s$  диаграмме эквивалентна этой же полезной работе (см. рис. 3.23, б). Теплота, превращенная в работу, получается как разность между количествами подведенной  $q_1$  (площадь 8-2-3-7) и отведенной  $q_2$  (площадь 1-4-7-8) теплоты.

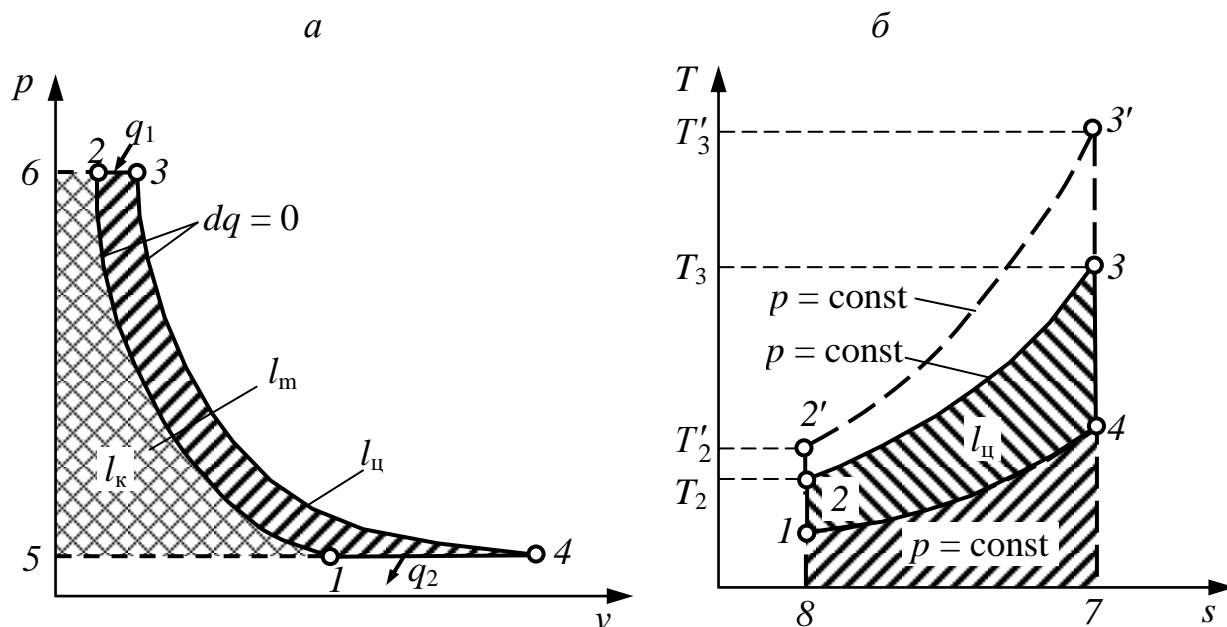


Рис. 3.23. Цикл газотурбинной установки:  
а – в  $p$ - $v$  координатах; б – в  $T$ - $s$  координатах

Коэффициент полезного действия идеального цикла ГТУ:

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{c_p(T_4 - T_1)}{c_p(T_3 - T_2)} = 1 - \frac{T_1 \left( \frac{T_4}{T_1} - 1 \right)}{T_2 \left( \frac{T_3}{T_2} - 1 \right)}.$$

При этом теплоемкость  $c_p$  для простоты принята постоянной.

Одной из основных характеристик цикла газотурбинной установки является *степень повышения давления* в компрессоре  $\pi$ , равная отношению давления воздуха после компрессора к давлению перед ним.

Коэффициент полезного действия идеального цикла непрерывно возрастает с увеличением  $\pi$ . Это связано с увеличением температуры в конце процесса сжатия  $T_2$  и соответственно температуры газов перед турбиной  $T_3$ . На рис. 3.23, б отчетливо видно, что цикл  $1-2'-3'-4$ , в котором  $\pi$  больше, экономичнее цикла  $1-2-3-4$ , ибо по линии  $2'-3'$  подводится больше теплоты  $q_1$ , чем по линии  $2-3$ , при том же количестве отведенной в процессе  $4-1$  теплоты  $q_2$ , т. е. уменьшаются потери эксергии при сгорании, поскольку эксергия исходного топлива постоянна (равна теплоте его сгорания). Это и увеличивает КПД цикла.

Максимальная температура газов перед турбиной ограничивается жаропрочностью металла, из которого делают ее элементы. Применение охлаждаемых лопаток из специальных материалов позволило повысить ее до 1400-1500 °С в авиации и до 1050-1090 °С – в стационарных турбинах, предназначенных для длительной работы.

КПД ГТУ оказывается пока еще ниже, чем ДВС, однако, не имея деталей с возвратно-поступательным движением, газовые турбины могут развивать значительно большие мощности, чем ДВС. Предельные мощности ГТУ сегодня составляют 100-200 МВт. Газовые турбины применяются в качестве мощных двигателей в авиации и на морском флоте, а также в маневренных стационарных энергетических установках.

### 3.25. Циклы паротурбинных установок

Современная стационарная теплоэнергетика базируется в основном на паровых теплосиловых установках. Продукты сгорания топлива в этих установках являются лишь промежуточным теплоносителем (в отличие от ДВС и ГТУ), а рабочим телом служит чаще всего водяной пар.

*Циклы Карно и Ренкина насыщенного пара.* Цикл Карно насыщенного пара можно осуществить следующим образом (рис. 3.24). Теплота от горячего источника подводится при постоянной температуре  $T_1$  по линии 5-1, в результате чего вода с параметрами точки 5 превращается в сухой насыщенный пар с параметрами точки 1. Пар адиабатно расширяется в турбине до температуры  $T_2$ , совершая техническую работу  $l_{\text{тех}}$  и превращаясь во влажный пар с параметрами точки 2. Этот пар поступает в конденсатор, где отдает теплоту холодному источнику (циркулирующей по трубкам охлаждающей воде), в результате чего степень сухости пара уменьшается от  $x_2$  до  $x'_2$ . Изотермы в области влажного пара являются одновременно и изобарами, поэтому процессы 5-1 и 2-2' протекают при постоянных давлениях  $p_1$  и  $p_2$ . Влажный пар с параметрами точки 2' сжимается в компрессоре по линии 2'-5, превращаясь в воду с температурой кипения. На практике этот цикл не осуществляется прежде всего потому, что в реальном цикле вследствие потерь, связанных с неравновесностью протекающих в нем процессов, на привод компрессора затрачивалась бы большая часть мощности, вырабатываемой турбиной.

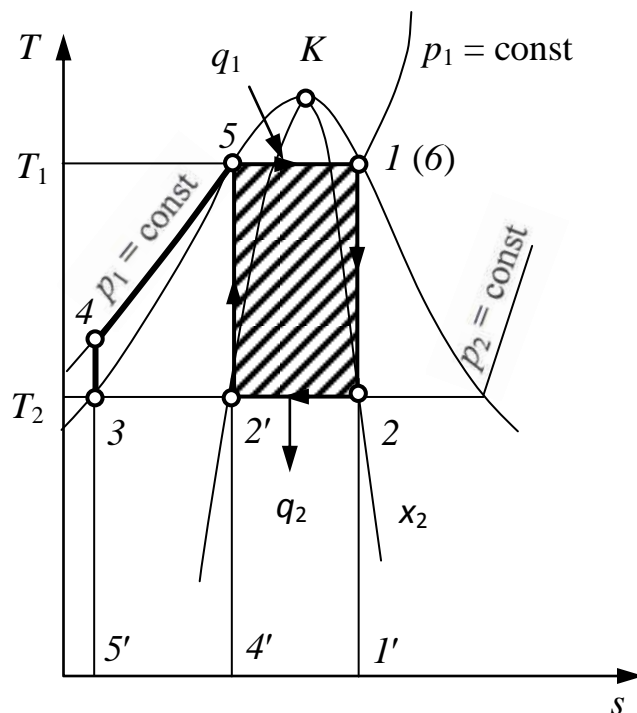


Рис. 3.24. Циклы Карно и Ренкина насыщенного водяного пара в  $T$ - $s$  диаграмме

Значительно удобнее и экономичнее в реальном цикле конденсировать пар до конца по линии 2-3, а затем насосом увеличивать давление воды от  $p_2$  до  $p_1$  по линии 3-4. Поскольку вода несжимае-

ма, точки 3 и 4 почти совпадают, и затрачиваемая на привод насоса мощность оказывается ничтожной по сравнению с мощностью турбины (несколько процентов), так что практически вся мощность турбины используется в качестве полезной. Такой цикл был предложен в 50-х годах прошлого века шотландским инженером и физиком Ренкиным и одновременно Клаузиусом. Схема теплосиловой установки, в которой осуществляется этот цикл, представлена на рис. 3.25 (на этой схеме показана также возможность перегрева пара в пароперегревателе 6-1, которая в цикле насыщенного пара не реализуется).

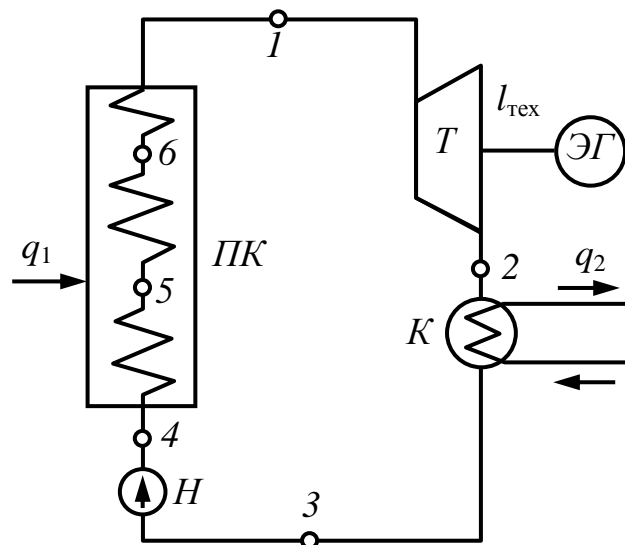


Рис. 3.25. Схема паросиловой установки:  
 ПК – паровой котел; Т – паровая турбина; ЭГ – электрогенератор;  
 К – конденсатор; Н – насос

Теплота в этом цикле подводится по линии 4-5-6 (см. рис. 3.25) в паровом котле ПК, пар поступает в турбину Т и расширяется там по линии 1-2 до давления  $p_2$ , совершая техническую работу  $l_{\text{тех}}$ . Она передается на электрический генератор ЭГ или другую машину, которую вращает турбина. Отработавший в турбине пар поступает в конденсатор К, где конденсируется по линии 2-3, отдавая теплоту конденсации холодному источнику (охлаждающей воде). Конденсат забирается насосом Н и подается снова в котел (линия 3-4 на рис. 3.24).

Термический КПД цикла Ренкина, естественно, меньше, чем  $\eta_t$  цикла Карно при тех же температурах  $T_1$  и  $T_2$ , поскольку средняя температура подвода теплоты уменьшается при неизменной температуре отвода. Однако реальный цикл (с учетом неравновесности сжатия пара в компрессоре в цикле Карно) оказывается экономичнее.

К сожалению, цикл насыщенного водяного пара обладает весьма низким КПД из-за невысоких температур насыщения. Поэтому цикл насыщенного пара (регенеративный) применяется в основном в атомной энергетике, где перегрев пара выше температуры насыщения связан с определенными трудностями.

Между тем металлы, которыми располагает современное машиностроение, позволяют перегревать пар до 550-600 °С. Это дает возможность уменьшить потери эксергии при передаче теплоты от продуктов сгорания к рабочему телу и тем самым существенно увеличить эффективность цикла. Все без исключения тепловые электрические станции на органическом топливе работают сейчас на перегретом паре. Перегрев пара все шире применяется и на атомных электростанциях, особенно в реакторах на быстрых нейтронах.

*Цикл Ренкина на перегретом паре.* Изображения идеального цикла перегретого пара в  $p-v$  и  $T-s$  диаграммах приведены на рис. 3.26. Этот цикл отличается от цикла Ренкина на насыщенном паре (см. рис. 3.24) только наличием дополнительного перегрева по линии 6-1. Он осуществляется в пароперегревателе, являющемся элементом парового котла.

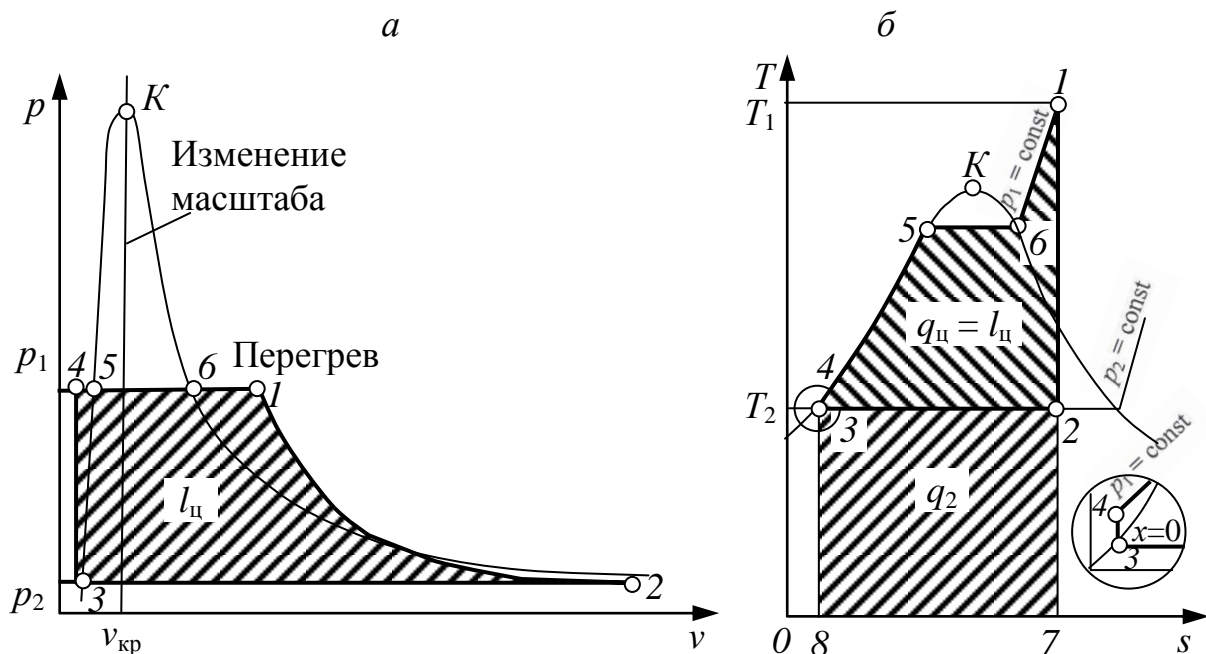


Рис. 3.26. Цикл Ренкина на перегретом паре:  
а – в  $p-v$  диаграмме; б – в  $T-s$  диаграмме

### 3.26. Парогазовые циклы

В любом цикле вся теплота горячего источника  $q_1$ , не превращенная в работу  $l_{ц}$ , отдается холодному источнику  $q_2$ . В цикле газотурбинной установки (см. рис. 3.23, б) она фактически выбрасывается в атмосферу вместе с продуктами сгорания, имеющими достаточно высокую температуру ( $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выше). Теплота этих газов применяется для производства энергии в комбинированных установках.

Комбинированные установки, в которых одновременно используются два рабочих тела: газ и пар, называются *парогазовыми*. Простейшая схема парогазовой установки показана на рис. 3.27, а цикл ее – на рис. 3.28. Горячие газы, уходящие из газовой турбины после совершения в ней работы, охлаждаются в подогревателе  $\Pi$ , нагревая питательную воду, поступающую в паровой котел. В результате уменьшается расход теплоты (топлива) на получение пара в котле, что приводит к повышению эффективности комбинированного цикла по сравнению с этими же циклами, осуществляемыми отдельно.

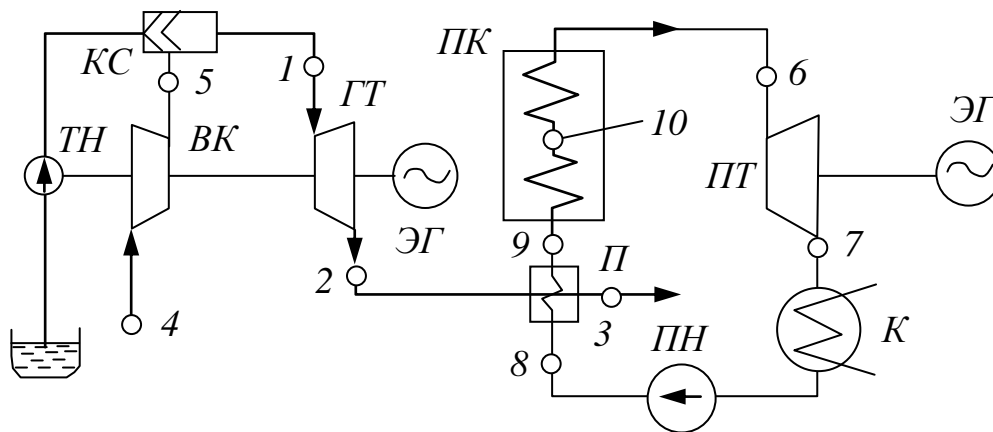


Рис. 3.27. Схема простейшей парогазовой установки:

$ГТ$  – газовая турбина;  $ЭГ$  – электрогенератор;  $ПК$  – паровой котел;  
 $ПН$  – питательный насос;  $К$  – конденсатор;  $ПТ$  – паровая турбина;  
 $ВК$  – воздушный компрессор;  $КС$  – камера сгорания;  $ТН$  – топливный насос;  
 $П$  – подогреватель

Мощности и параметры газо- и паротурбинной установок выбираются таким образом, чтобы количество теплоты, отданной в подогревателе  $\Pi$  газами, равнялось количеству теплоты, воспринятой питательной водой. Это определяет соотношение между расходами газа и воды через подогреватель  $\Pi$ .

Цикл комбинированной установки (см. рис. 3.28) строится для 1 кг водяного пара и соответствующего количества газа, приходящегося на 1 кг воды.

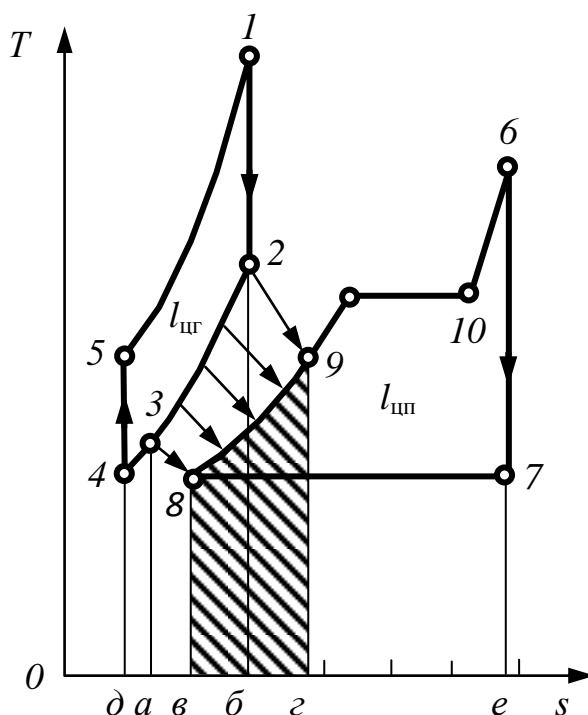


Рис. 3.28. Цикл парогазовой установки

В цикле газотурбинной установки подводится теплота, равная площади  $1-б-д-5$ , и получается полезная работа  $l_{гг}$ , равная площади  $1-2-3-4-5$ . В цикле паротурбинной установки при его раздельном осуществлении количество подведенной теплоты равно площади  $б-е-в-8-9-10$ , а полезная работа  $l_{шт}$  – площади  $б-7-8-9-10$ . Теплота отработавших в турбине газов, равная площади  $2-б-д-4$ , при раздельном осуществлении обоих циклов выбрасывается в атмосферу. В парогазовом цикле теплота, выделяющаяся при охлаждении газов по линии  $2-3$  и равная площади  $2-б-а-3$ , не выбрасывается в атмосферу, а используется на подогрев питательной воды по линии  $8-9$  в подогревателе  $П$  (см. рис. 3.28). Теплота, затрачиваемая на образование пара в котле, уменьшается на количество, равное заштрихованной площадке  $9-г-в-8$ , а эффективность комбинированного цикла увеличивается, поскольку суммарная полезная работа обоих циклов  $l_{гг}+l_{шт}$  одинакова при совместном и раздельном их осуществлении.

### 3.27. Задания к расчетно-графической работе № 3

#### Задача 3.1

Газ  $m$  (кг) расширяется в цилиндре, перемещая поршень от начального давления  $p_1$  (Па) и температуры  $t_1$  °С до конечного давления  $p_2$  (Па). Определить изменение внутренней энергии, работу расширения и теплоту для адиабатного и политропного процессов. Данные принимать из табл. 3.1.

Таблица 3.1

Номер варианта	Газ	$m$ , кг	Показатель политропы, $n$	$p_1 \cdot 10^5$ , Па	$p_2 \cdot 10^5$ , Па	$t_1$ , °С
1	O <sub>2</sub>	8	1,2	20	2	459
2	H <sub>2</sub>	10	1,3	24	4	590
3	N <sub>2</sub>	12	1,1	28	6	500
4	CO	16	1,2	32	8	555
5	CO <sub>2</sub>	18	1,1	40	5	456
6	SO <sub>2</sub>	22	1,3	36	9	530
7	Воздух	15	1,1	45	7	520
8	CO	13	1,2	15	8	515
9	O <sub>2</sub>	12	1,2	20	3	315
10	H <sub>2</sub>	19	1,3	24	4	345
11	N <sub>2</sub>	44	1,1	28	2	375
12	CO	6	1,2	32	4	385
13	CO <sub>2</sub>	8	1,1	40	6	395
14	SO <sub>2</sub>	4	1,3	36	8	415
15	Воздух	15	1,1	45	5	443
16	CO	13	1,2	15	9	471
17	O <sub>2</sub>	12	1,2	20	7	342
18	H <sub>2</sub>	19	1,3	24	8	325
19	N <sub>2</sub>	44	1,1	28	3	530
20	CO	6	1,2	32	4	520
21	CO <sub>2</sub>	8	1,1	40	2	515
22	SO <sub>2</sub>	4	1,3	36	4	315
23	Воздух	8	1,1	45	6	345
24	CO	10	1,2	15	8	375
25	N <sub>2</sub>	12	1,3	22	5	385



### Задача 3.2

Проанализировать произвольный цикл, который состоит из четырех последовательно осуществляемых термодинамических процессов; рабочее тело – 1 кг сухого воздуха; принять теплоемкость  $C_p = 1,025$  [кДж/(кг·К)], газовую постоянную  $R = 0,287$  кДж/(кг·К). Условия задач приведены в табл. 3.2.

1) Определить параметры  $p$ ,  $v$ ,  $T$  для основных точек цикла (точек пересечения процессов).

2) Для каждого термодинамического процесса заданного цикла определить показатель политропы  $n$ , теплоемкость  $C$ , изменение внутренней энергии  $\Delta u$ , энтальпии  $\Delta i$ , энтропии  $\Delta s$ , количество теплоты  $q$ , работу  $l$ .

3) Определить количество теплоты  $q_1$ , подведенное за цикл, и  $q_2$ , отведенное за цикл, работу цикла  $l_{ц}$ , термический КПД цикла  $\eta_t$ .

4) Построить цикл в координатах: а)  $v$ - $p$ ; б)  $s$ - $T$ .

5) Результаты расчета представить в форме табл. 3.3.

Таблица 3.2

Номер варианта	Заданные параметры в основных точках ( $p$ – в МПа, $v$ – в м <sup>3</sup> /кг, $T$ – в К)				Тип процесса и показатель политропы			
					1-2	2-3	3-4	4-1
1	$p_1=0,8$	$v_1=0,12$	$p_2=2,0$	$p_3=1,2$	$s=c$	$T=c$	$s=c$	$v=c$
2	$p_1=1,3$	$T_1=573$	$p_2=0,5$	$T_3=290$	$T=c$	$s=c$	$T=c$	$s=c$
3	$p_1=0,2$	$v_1=0,45$	$p_2=1,2$	$T_3=573$	$s=c$	$v=c$	$s=c$	$p=c$
4	$p_1=35$	$T_1=483$	$T_2=573$	$p_3=25$	$p=c$	$n=1,2$	$p=c$	$v=c$
5	$p_1=0,1$	$T_1=273$	$p_2=0,5$	$T_3=473$	$n=1,3$	$p=c$	$n=1,3$	$p=c$
6	$p_1=0,09$	$T_1=303$	$p_2=0,4$	$T_3=473$	$n=1,2$	$p=c$	$n=1,2$	$v=c$
7	$p_1=0,16$	$v_1=0,5$	$T_2=423$	$p_3=2,5$	$n=1,2$	$v=c$	$n=1,2$	$p=c$
8	$p_1=0,18$	$T_1=303$	$v_2=0,1$	$p_3=0,3$	$n=1,1$	$T=c$	$n=1,1$	$v=c$
9	$p_1=0,3$	$v_1=0,3$	$p_2=2,0$	$T_3=573$	$n=1,3$	$p=c$	$n=1,3$	$p=c$
10	$p_1=2,0$	$T_1=473$	$T_2=623$	$v_3=0,12$	$p=c$	$s=c$	$v=c$	$T=c$
11	$p_1=0,2$	$T_1=323$	$p_2=2,0$	$T_3=473$	$T=c$	$p=c$	$T=c$	$p=c$
12	$p_1=0,4$	$T_1=373$	$p_2=1,6$	$p_3=0,6$	$s=c$	$T=c$	$s=c$	$p=c$
13	$p_1=0,3$	$T_1=300$	$p_2=0,8$	$T_3=473$	$T=c$	$v=c$	$T=c$	$v=c$
14	$p_1=1,2$	$T_1=373$	$p_2=3,0$	$T_3=473$	$T=c$	$p=c$	$T=c$	$p=c$
15	$p_1=5,0$	$T_1=573$	$p_2=1,8$	$v_3=0,2$	$T=c$	$s=c$	$v=c$	$s=c$
16	$p_1=0,7$	$v_1=0,12$	$p_2=2,0$	$T_3=473$	$s=c$	$p=c$	$s=c$	$T=c$
17	$p_1=0,3$	$T_1=303$	$p_2=0,6$	$T_3=523$	$s=c$	$v=c$	$s=c$	$T=c$

Номер варианта	Заданные параметры в основных точках ( $p$ – в МПа, $v$ – в м <sup>3</sup> /кг, $T$ – в К)				Тип процесса и показатель политропы			
					1-2	2-3	3-4	4-1
18	$p_1=0,12$	$v_1=0,7$	$v_2=0,2$	$T_3=423$	$T=c$	$p=c$	$T=c$	$p=c$
19	$p_1=0,4$	$v_1=0,3$	$p_2=1,0$	$T_3=573$	$T=c$	$p=c$	$s=c$	$p=c$
20	$p_1=0,7$	$T_1=473$	$T_2=573$	$v_3=0,4$	$p=c$	$T=c$	$v=c$	$s=c$
21	$p_1=0,3$	$T_1=298$	$p_2=1,0$	$T_3=573$	$s=c$	$p=c$	$T=c$	$p=c$
22	$p_1=0,3$	$v_1=0,3$	$p_2=1,0$	$T_3=473$	$s=c$	$v=c$	$T=c$	$p=c$
23	$p_1=1,0$	$T_1=523$	$T_2=573$	$p_3=0,6$	$p=c$	$s=c$	$p=c$	$v=c$
24	$p_1=1,2$	$v_1=0,08$	$p_2=1,4$	$T_3=423$	$v=c$	$p=c$	$v=c$	$p=c$
25	$v_1=0,12$	$T_1=323$	$p_2=2,5$	$T_3=573$	$s=c$	$p=c$	$T=c$	$p=c$

Таблица 3.3

## Результаты расчетов

Процесс	$n$	$c$ , кДж/(кг·К)	$\Delta u$ , кДж/кг	$\Delta i$ , кДж/кг	$\Delta s$ , кДж/(кг·К)	$q$ , кДж/кг	$l$ , кДж/кг
1-2							
2-3							
3-4							
4-1							
Сумма							

## 3.28. Примеры решения задач

**Пример 1.** Кислород, массой  $m = 24$  кг, расширяется в цилиндре, перемещая поршень от начального давления  $p_1 = 30 \cdot 10^5$  Па и температуры  $t_1 = 510$  °С до конечного давления  $p_2 = 2 \cdot 10^5$  Па.

Определить изменение внутренней энергии, работу расширения и теплоту для адиабатного и политропного процессов (показатель политропы принять  $n = 1,2$ ).

**Решение.** Для заданных условий молярная изобарная теплоемкость кислорода составит (см. табл. III приложений):

$$c_{\mu} = 34,2068 \text{ кДж/(кмоль·К)} \text{ (при } T = 600 \text{ °С)}.$$

Массовая изобарная теплоемкость кислорода:

$$c_p = \frac{c_{\mu}}{\mu_{O_2}} = \frac{34,2068}{32} = 1,069 \text{ кДж/(кг·К)}.$$

Изохорная теплоемкость определяется из уравнения Майера:

$$c_v = c_p - R_{O_2},$$

где газовая постоянная для кислорода:

$$R_{O_2} = \frac{8,314}{\mu_{O_2}} = \frac{8,314}{32} = 0,260 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}.$$

Тогда

$$c_v = 1,069 - 0,260 = 0,809 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}.$$

1) *Определим параметры для адиабатного процесса*

Уравнение адиабатного процесса:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}},$$

отсюда выразим температуру  $T_2$ :

$$T_2 = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \cdot T_1,$$

где  $k$  – показатель адиабаты:  $k = \frac{c_p}{c_v} = 1,32$ .

Значение температуры  $T_2$ :

$$T_2 = \left( \frac{2 \cdot 10^5}{30 \cdot 10^5} \right)^{\frac{1,32-1}{1,32}} \cdot (510 + 273) = 360,96 \approx 361 \text{ К}.$$

Изменение внутренней энергии газа:

$$\Delta U = mc_v(T_2 - T_1) = 24 \cdot 0,809 \cdot (361 - 783) = -8194 \text{ кДж}.$$

Работа расширения газа:

$$L = -\Delta U = mc_v(T_1 - T_2) = 24 \cdot 0,809 \cdot (783 - 361) = 8194 \text{ кДж}.$$

Подведенная теплота:

$$Q = 0.$$

2) *Определим параметры для политропного процесса*

Уравнение политропного процесса:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}},$$

отсюда выразим температуру  $T_2$ :

$$T_2 = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1,2-1}{1,2}} \cdot T_1 = \left( \frac{2 \cdot 10^5}{30 \cdot 10^5} \right)^{0,167} \cdot 783 = 498 \text{ К}.$$

Изменение внутренней энергии газа:

$$\Delta U = mc_v(T_2 - T_1) = 24 \cdot 0,809 \cdot (498 - 783) = -5534 \text{ кДж.}$$

Работа расширения газа:

$$L = \frac{R}{n-1} m(T_1 - T_2) = \frac{0,260}{1,2-1} \cdot 24 \cdot (783 - 498) = 8892 \text{ кДж.}$$

Подведенная теплота, кДж:

$$Q = mc_n(T_2 - T_1),$$

где  $c_n$  – политропная массовая теплоемкость газа:

$$c_n = c_v \frac{k-n}{1-n} = 0,809 \cdot \frac{1,32-1,2}{1-1,2} = 0,809 \cdot \frac{0,12}{-0,2} = -0,485 \text{ кДж/(кг·К).}$$

Тогда значение подведенной теплоты к газу:

$$Q = 24 \cdot (-0,485) \cdot (498 - 783) = 3317 \text{ кДж.}$$

*Ответ:* для адиабатного процесса  $\Delta U = -8194$  кДж,  $L = 8194$  кДж,  $Q = 0$ ; для политропного процесса  $\Delta U = -5534$  кДж,  $L = 8892$  кДж;  $Q = 3317$  кДж.

**Пример 2.** Построить и проанализировать произвольный цикл, который состоит из четырех последовательно осуществляемых следующих термодинамических процессов для сухого воздуха массой 1 кг:

1-2 – политропный,  $n = 1,3$ ;

2-3 – изобарный,  $p = \text{const}$ ;

3-4 – адиабатный,  $s = \text{const}$ ;

4-1 – изохорный,  $v = \text{const}$ .

В основных точках заданы следующие параметры:

давление  $p_2 = 0,1$  МПа; температура  $T_2 = 338$  К;

температура  $T_3 = 273$  К; температура  $T_4 = 433$  К.

Принять удельную теплоемкость воздуха  $c_p = 1,025$  кДж/(кг·К), газовую постоянную  $R = 0,287$  кДж/(кг·К).

Определить:

1) давление, удельный объем и температуру для основных точек цикла (точек пересечения процессов);

2) для каждого термодинамического процесса заданного цикла показатель политропы, теплоемкость, изменение внутренней энергии, энтальпии, энтропии, количество теплоты, работу;

3) количество теплоты, подведенное и отведенное за цикл, работу цикла, термический КПД цикла;

- 4) построить цикл в координатах  $p$ - $v$  и  $s$ - $T$ ;
- 5) результаты расчета представить в форме табл. 3.4.

**Решение.** Так как процесс 2-3 является изобарным, то давление в точках 2, 3:

$$p_2 = p_3 = 0,1 \text{ МПа.}$$

На основании уравнения Клапейрона можно определить удельный объем в точке 3:

$$v_3 = \frac{RT_3}{p_3} = \frac{0,287 \cdot 10^3 \cdot 273}{0,1 \cdot 10^6} = 0,784 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

Для определения удельного объема в точке 4 используем уравнение адиабаты для точек 3-4:

$$\frac{T_4}{T_3} = \left( \frac{v_3}{v_4} \right)^{k-1},$$

откуда  $v_4 = v_3 \left( \frac{T_3}{T_4} \right)^{\frac{1}{k-1}} = 0,784 \cdot \left( \frac{273}{433} \right)^{\frac{1}{1,4-1}} = 0,248 \text{ м}^3/\text{кг.}$

Давление в точке 4:

$$p_4 = \frac{RT_4}{v_4} = \frac{0,287 \cdot 10^3 \cdot 433}{0,248} = 0,501 \cdot 10^6 \text{ Па} = 0,501 \text{ МПа.}$$

Удельный объем в точке 2:

$$v_2 = \frac{RT_2}{p_2} = \frac{0,287 \cdot 10^3 \cdot 338}{0,1 \cdot 10^6} = 0,97 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

Так как процесс 4-1 изохорный, то удельные объемы в точках 4 и 1:

$$v_4 = v_1 = 0,248 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

Для определения температуры в точке 1 используем уравнение политропы для точек 1-2:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{n-1},$$

откуда  $T_1 = T_2 \left( \frac{v_2}{v_1} \right)^{n-1} = 338 \cdot \left( \frac{0,97}{0,248} \right)^{1,3-1} = 509 \text{ К.}$

Давление в точке 1:

$$p_1 = \frac{RT_1}{v_1} = \frac{0,287 \cdot 10^3 \cdot 514}{0,248} = 0,595 \cdot 10^6 \text{ Па} = 0,595 \text{ МПа.}$$

Определяем требуемые calorические параметры.

*Процесс 1-2* ( $n = \text{const} = 1,3$ ):

Изменение внутренней энергии:

$$\Delta u_{1-2} = u_2 - u_1 = c_v (T_2 - T_1) = 0,738 (338 - 509) = -126 \text{ кДж/кг.}$$

Изменение энтальпии:

$$\Delta i_{1-2} = i_2 - i_1 = c_p (T_2 - T_1) = 1,025 (338 - 509) = -184 \text{ кДж/кг.}$$

Изменение энтропии:

$$\begin{aligned} \Delta s_{1-2} &= s_2 - s_1 = c_p \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) - R \ln \left( \frac{p_2}{p_1} \right) = \\ &= 1,025 \ln \left( \frac{338}{509} \right) - 0,287 \ln \left( \frac{0,1}{0,6} \right) = 0,095 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}. \end{aligned}$$

Количество теплоты:

$$\begin{aligned} q_{1-2} &= c_n (T_2 - T_1) = c_v \frac{k-n}{1-n} (T_2 - T_1) = \\ &= 0,738 \cdot \frac{1,4-1,3}{1-1,3} \cdot (338 - 509) = 42,1 \text{ кДж/кг.} \end{aligned}$$

Работа:

$$l_{1-2} = q_{1-2} - \Delta u_{1-2} = 42,1 - (-126) = 168,1 \text{ кДж/кг.}$$

*Процесс 2-3* ( $p = \text{const}$ ):

$$\Delta u_{2-3} = c_v (T_3 - T_2) = 0,738 (273 - 338) = -48,0 \text{ кДж/кг;}$$

$$\Delta i_{2-3} = c_p (T_3 - T_2) = 1,025 (273 - 338) = -66,6 \text{ кДж/кг;}$$

$$\Delta s_{2-3} = c_p \ln \left( \frac{T_3}{T_2} \right) = 1,025 \ln \left( \frac{273}{338} \right) = -0,219 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К);}$$

$$q_{2-3} = c_p (T_3 - T_2) = \Delta i_{2-3} = 1,025 (273 - 338) = -66,6 \text{ кДж/кг;}$$

$$l_{2-3} = R (T_3 - T_2) = 0,287 \cdot (273 - 338) = -18,7 \text{ кДж/кг.}$$

*Процесс 3-4* ( $s = \text{const}$ ):

$$\Delta u_{3-4} = c_v (T_4 - T_3) = 0,738 \cdot (433 - 273) = 117,9 \text{ кДж/кг;}$$

$$\Delta i_{3-4} = c_p (T_4 - T_3) = 1,025 (433 - 273) = 164,0 \text{ кДж/кг;}$$

$$\Delta s_{3-4} = 0;$$

$$q_{3-4} = 0;$$

$$l_{3-4} = -\Delta u_{3-4} = -117,9 \text{ кДж/кг}$$

$$\text{или } l_{3-4} = \frac{R}{k-1} (T_3 - T_4) = \frac{0,287}{1,4-1} \cdot (273 - 433) = -117,9 \text{ кДж/кг.}$$

*Процесс 4-1* ( $v = \text{const}$ ):

$$\Delta u_{4-1} = c_v (T_1 - T_4) = 0,738 (509 - 433) = 56 \text{ кДж/кг;}$$

$$\Delta i_{4-1} = c_p (T_1 - T_4) = 1,025 (514 - 433) = 77,9 \text{ кДж/кг;}$$

$$\Delta s_{4-1} = c_v \ln \left( \frac{T_1}{T_4} \right) = 0,738 \ln \left( \frac{509}{433} \right) = -0,119 \text{ кДж/кг};$$

$$l_{4-1} = 0;$$

$$q_{4-1} = \Delta u_{4-1} = 56 \text{ кДж/кг}.$$

Количество теплоты, подведенное за цикл:

$$q_1 = q_{1-2} + q_{4-1} = 42,1 + 56 = 98,1 \text{ кДж/кг}.$$

Количество теплоты, отведенное за цикл:

$$q_2 = q_{2-3} = 66,6 \text{ кДж/кг}.$$

Термический КПД цикла:

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{98,1 - 66,6}{98,1} = 0,322 \text{ или } 32,2 \%$$

Работа цикла:  $l_{\text{ц}} = 31,5 \text{ кДж/кг}.$

Полученные данные сводим в табл. 3.4.

Построим графики цикла в координатах  $p-v$  и  $T-s$  (рис. 3.29).

Таблица 3.4

Результаты расчетов

Процесс	$n$	$c$ , кДж/(кг·К)	$\Delta u$ , кДж/кг	$\Delta i$ , кДж/кг	$\Delta s$ , кДж/(кг·К)	$q$ , кДж/кг	$l$ , кДж/кг
1-2	1,3	-0,219	-126,0	-184,0	0,095	42,1	168,1
2-3	0	1,025	-48,0	-66,6	-0,219	-66,6	-18,7
3-4	1,4	0	118,1	164,0	0	0	-117,9
4-1	$\infty$	0,738	56,1	77,9	0,119	56	0
Сумма:	-	-	0	0	0	31,5	31,5

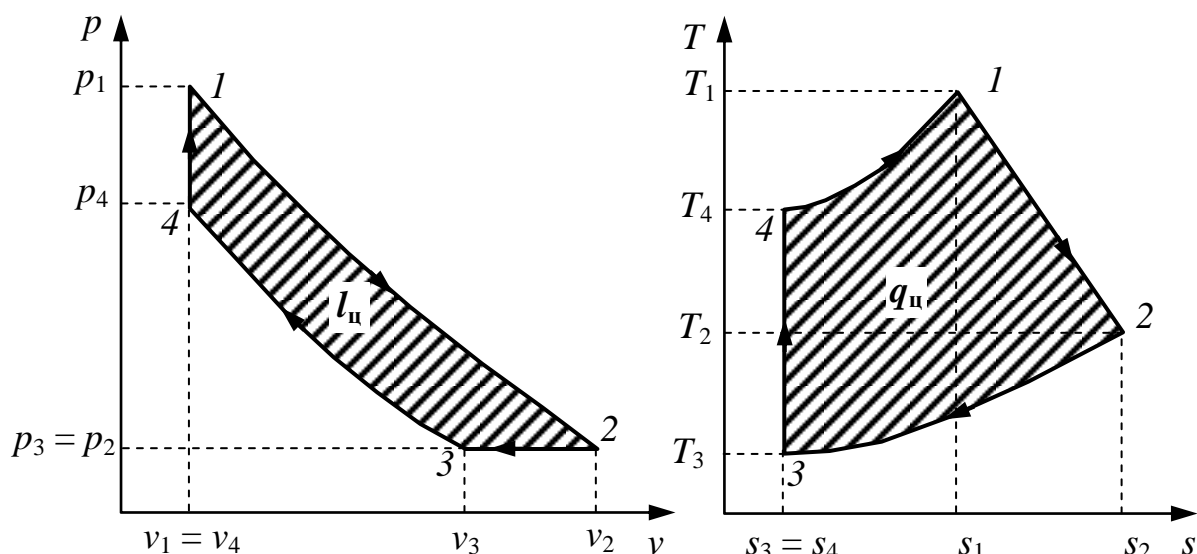


Рис. 3.29. Цикл в координатах  $p-v$  и  $T-s$

## 4. ПОДОБИЕ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

### 4.1. Основные определения подобия

Многие прикладные задачи гидравлики в настоящее время не могут быть решены аналитическими методами. Поэтому в гидравлике эксперимент находит широкое применение. В большинстве случаев эксперименты проводятся с моделями натуральных объектов.

Системы и явления будут механически подобными, если соблюдены геометрическое подобие, кинематическое и динамическое подобие.

Геометрическое подобие заключается в том, что сходственные линейные элементы натурального и модельного объектов находятся в одинаковом соотношении (существует геометрический масштаб  $m$ ):

$$m = \frac{l_{\text{н}}}{l_{\text{м}}},$$

где  $l_{\text{н}}$  и  $l_{\text{м}}$  – длина линейного элемента в натуре и сходственного модельного элемента.

*Кинематическое подобие* заключается в том, что скорости и ускорения в сходственных точках природы и модели находились в одинаковых соотношениях, т. е. существуют масштабы скорости и ускорения.

Так как сходственные расстояния натурные и модельные частицы проходят за сходственные отрезки времени, то существует и масштаб времени:

$$m_t = \frac{t_{\text{н}}}{t_{\text{м}}}.$$

Но натурная и модельная скорость  $u$  и ускорение  $j$  выражаются через сходственные отрезки пути и времени, откуда

$$m_u = \frac{u_{\text{н}}}{u_{\text{м}}} = \frac{l_{\text{н}}}{l_{\text{м}}} \cdot \frac{t_{\text{м}}}{t_{\text{н}}} = \frac{m}{m_t}; \quad m_j = \frac{j_{\text{н}}}{j_{\text{м}}}.$$

Для обеспечения *динамического подобия* необходимо выполнить условия геометрического и кинематического подобия. Основными масштабами являются масштабы длины, силы и времени.

Динамическое подобие определяется законом динамического подобия Ньютона в коэффициентах подобия.



Отношение  $\frac{F}{\rho \cdot l^2 \cdot v^2} = Ne$  называется *критерием* (числом)

*Ньютона* полного динамического подобия, а соотношение  $Ne_H = Ne_M$  является условием полного динамического подобия.

Таким образом, если в системе действуют, кроме сил инерции, силы тяжести, давления, трения и др., они все должны находиться в соотношении:

$$\frac{J_H}{J_M} = \frac{G_H}{G_M} = \frac{P_H}{P_M} = \frac{F_{тр.н}}{F_{тр.м}} = m_F.$$

Все вышеперечисленные критерии подобия используются для решения практических задач в области гидрогазодинамики.

## 4.2. Критерии подобия

Обеспечить полное динамическое подобие практически невозможно. Однако существует довольно много видов течений, которые вызываются в основном действием одной преобладающей силы. Для таких случаев можно получить критерии частичного динамического подобия.

Когда преобладающей является сила тяжести, достаточно выполнить критерий Фруда:

$$\frac{u_H^2}{l_H g} = \frac{u_M^2}{l_M g} = Fr.$$

Если преобладающей силой является сила трения, в качестве критерия подобия выступает число Рейнольдса:

$$Re = \frac{u \cdot r}{\nu}; \quad Re_H = Re_M.$$

В последних равенствах  $u$  – характерная скорость течения в потоке или скорость тела;  $l$  и  $r$  – характерные линейные размеры тела или потока;  $g$  – ускорение силы тяжести;  $\nu$  – кинематический коэффициент вязкости.

Пользуясь критериями подобия, можно определить масштабные множители для всех физических величин.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

*Альтшуль, А. Д.* Гидравлика и аэродинамика / А. Д. Альтшуль, Л. С. Животовский, Л. П. Иванов.- М.: Стройиздат, 1987.- 497 с.

*Баскаков, А. П.* Теплотехника: учебник для вузов / А. П. Баскаков.- М.: Энергоатомиздат, 1991.- 224 с.

*Бибенина, Т. П.* Гидравлика. Техническая гидромеханика: конспект лекций / Т. П. Бибенина.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006.- 180 с.

*Копачев, В. Ф.* Термодинамика: учебное пособие / В. Ф. Копачев, В. Я. Потапов.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016.- 96 с.

*Потапов, В. Я.* Теплотехника / В. Я. Потапов, С. Г. Фролов, В. Ф. Копачев.- Екатеринбург: УГГУ, 2016.- 212 с.

*Рабинович, О. М.* Сборник задач по технической термодинамике / О. М. Рабинович.- М.: Машиностроение, 1969.- 376 с.

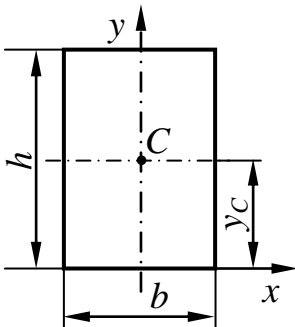
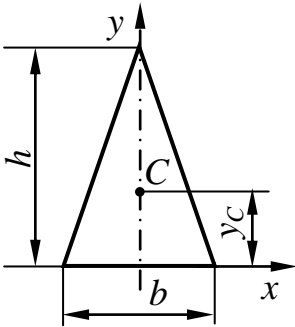
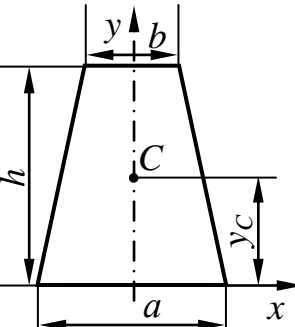
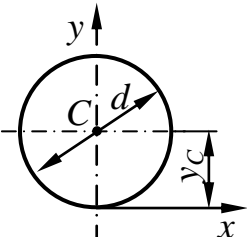
*Часс, С. И.* Гидромеханика в примерах и задачах: учебное пособие / С. И. Часс.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006.- 216 с.

*Часс, С. И.* Гидромеханика: сборник задач. 2-е изд., стереотипное / С. И. Часс.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010.- 144 с.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица I

**Координаты центров тяжести  $x_C$  и  $y_C$ , площади  $A$  и моменты инерции  $I_C$  плоских фигур относительно горизонтальной центральной оси**

Плоская фигура	Координата центра тяжести	Площадь фигуры $A$	Момент инерции $I_C$
<p>Прямоугольник</p> 	$y_C = \frac{h}{2}$	$bh$	$\frac{bh^3}{12}$
<p>Треугольник</p> 	$y_C = \frac{1}{3}h$	$\frac{bh}{2}$	$\frac{bh^3}{36}$
<p>Трапеция равнобедренная</p> 	$y_C = \frac{h(a+2b)}{3(a+b)}$	$\frac{h(a+b)}{2}$	$\frac{h^3(a^2 + 4ab + b^2)}{36(a+b)}$
<p>Круг</p> 	$y_C = \frac{d}{2}$	$\frac{\pi d^2}{4}$	$\frac{\pi d^4}{64}$

**Значения величин  $C$ ,  $\lambda$ ,  $K$  и  $1/K^2 = A$  для нормальных водопроводных труб, подсчитанные по формуле акад. Н. Н. Павловского при  $n = 0,012$**

$d$ , мм	$C$	$\lambda$	$K$ , м <sup>3</sup> /с	$A$ , с <sup>2</sup> /м <sup>6</sup>
50	44,79	0,0391	0,00987	10340,0
75	47,45	0,0349	0,0287	1214,0
100	49,48	0,0321	0,0614	265,0
125	51,07	0,0301	0,111	81,60
150	52,42	0,0286	0,179	31,18
200	54,62	0,0263	0,384	6,78
250	56,40	0,0247	0,692	2,11
300	57,90	0,0234	1,121	0,794
350	59,18	0,0224	1,684	0,354
400	60,31	0,0216	2,397	0,174
450	61,28	0,0209	4,259	0,0932
500	62,28	0,0202	4,324	0,0532
600	63,91	0,0192	6,999	0,0204
700	65,32	0,0184	10,517	0,00904
800	66,58	0,0177	14,965	0,00495
900	67,70	0,0170	20,430	0,00239
1000	68,72	0,0166	26,485	0,00137

**Истинная молярная теплоемкость некоторых идеальных газов  
при постоянном давлении, кДж/(кмоль·К)**

Температура, °С	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Воздух
0	29,2783	29,0228	28,6208	29,1275	35,8650	38,6590	75,816	29,0773
100	29,8812	29,1066	29,1317	29,2657	40,2116	42,4183	37,836	29,2699
200	30,8192	29,3787	29,2448	29,6509	43,6955	45,5589	35,568	29,6802
300	31,8368	29,8161	29,3034	30,2581	46,5220	48,2388	36,252	30,2707
400	32,7622	30,4717	29,3397	30,9783	48,8669	50,2488	37,296	30,9532
500	33,5536	31,1375	29,5630	31,7111	50,8224	51,7143	38,43	31,6441
600	34,2068	31,7991	29,7975	32,4062	52,4597	52,8868	39,708	32,3057
700	34,7512	32,4146	30,1032	33,0302	53,8332	53,7662	41,004	32,9045
800	35,2076	32,9674	30,4758	33,5787	54,9847	54,4362	42,138	33,4363
900	35,5887	33,4515	30,8737	34,0603	55,9604	55,0224	—	33,9095
1000	35,9195	33,8970	31,2882	34,4748	56,7811	55,4411	—	34,3199
1100	36,2210	34,2780	31,7279	34,8307	57,4804	55,7761	—	34,6842
1200	36,4931	34,6130	32,1592	35,1448	58,0792	56,0692	—	35,0066
1300	36,7569	34,9061	32,5947	35,4170	58,5942	—	—	35,2955
1400	37,0040	35,1615	33,0050	35,6515	59,0381	—	—	35,5510
1500	37,2469	35,3877	33,3987	35,8608	59,4992	—	—	35,7771
1600	37,4856	35,5845	33,7671	36,0451	59,7459	—	—	35,9823

Учебное издание

Валерий Феликсович Копачев

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

*Учебное пособие*

Редактор *Л. В. Устьянцева*

Компьютерная верстка *Ю. П. Анохиной*

Подписано в печать \_\_.\_\_.2016 г. Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16  
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе  
Печ. л. 6,375. Уч.-изд. л. 5,5. Тираж 300 экз. Заказ №

Издательство УГГУ  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
Уральский государственный горный университет  
Отпечатано с оригинал-макета  
в лаборатории множительной техники УГГУ



## Содержание

Методические указания по освоению дисциплины .....	3
Освоение лекционного курса .....	3
Самостоятельное изучение тем курса.....	3
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям.....	6
Подготовка к тестированию .....	7
Подготовка к групповой дискуссии.....	8
Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации.....	10



# Методические указания по освоению дисциплины

## Освоение лекционного курса

Лекции по дисциплине дают основной теоретический материал, являющийся базой для восприятия практического материала. После прослушивания лекции необходимо обратиться к рекомендуемой литературе, прочитать соответствующие темы, уяснить основные термины, проблемные вопросы и подходы к их решению, а также рассмотреть дополнительный материал по теме.

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Одним из важных элементов освоения лекционного курса является самостоятельная работа на лекции. Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателями. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

## Самостоятельное изучение тем курса

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных

преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования научного способа познания. Основные приемы 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, а что выходит за рамки официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных 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 научными руководителями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;
- все прочитанные книги, учебники и 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 научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того на сколько 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. Студенты с этой целью заводят 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 научного 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 научному 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 литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным 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 15 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 (семинарским) занятиям**

Важной формой самостоятельной работы студента является систематическая и планомерная подготовка к практическому (семинарскому) занятию. После лекции студент должен познакомиться с планом практических занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя в конце предыдущего практического занятия.

Подготовка к практическому занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников и монографических работ, их реферирования, подготовки докладов и сообщений. Важным этапом в самостоятельной работе студента является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на семинаре.

В начале практического занятия должен присутствовать организационный момент и вступительная часть. Преподаватель произносит краткую вступительную речь, где формулируются основные вопросы и проблемы, способы их решения в процессе работы.

Практические занятия не повторяют, а существенно дополняют лекционные занятия, помогая студентам в подготовке к промежуточной аттестации. Практические занятия являются одной из важнейших форм обучения студентов: они позволяют студентам закрепить, углубить и конкретизировать знания по курсу, подготовиться к практической деятельности. В процессе работы на практических занятиях студент должен совершенствовать умения и навыки самостоятельного анализа источников и научной литературы, что необходимо для научно-исследовательской работы.

Одним из важных элементов практических занятий является изучение и анализ источников теологического, религиозного или правового характера, осуществляемый под руководством преподавателя, что необходимо для получения практических навыков в области научно-исследовательской, экспертно-консультативной и представительско-посреднической деятельности по окончании обучения.

## **Подготовка к тестированию**

Тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Тестовая система предусматривает вопросы / задания, на которые слушатель должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность. Прежде всего, следует иметь в виду, что в предлагаемом задании всегда будет один правильный и один неправильный ответ. Это оговаривается перед каждым тестовым вопросом. Всех правильных или всех неправильных ответов (если это специально не оговорено в формулировке вопроса) быть не может. Нередко в вопросе уже содержится смысловая подсказка, что правильным является только один ответ, поэтому при его нахождении продолжать дальнейшие поиски уже не требуется.

На отдельные тестовые задания не существует однозначных ответов, поскольку хорошее знание и понимание содержащегося в них материала позволяет найти такие ответы самостоятельно. Именно на это слушателям и следует ориентироваться, поскольку полностью запомнить всю получаемую информацию и в точности ее воспроизвести при ответе невозможно. Кроме того, вопросы в тестах могут быть обобщенными, не затрагивать каких-то деталей.

Тестовые задания сгруппированы по темам учебной дисциплины. Количество тестовых вопросов/заданий по каждой теме дисциплины определено так, чтобы быть достаточным для оценки знаний обучающегося по всему пройденному материалу.

При подготовке к тестированию студенту следует внимательно перечитать конспект лекций, основную и дополнительную литературу по той теме (разделу), по которому предстоит писать тест.

Для текущей аттестации по дисциплине «Духовно-нравственная культура и патриотическое воспитание» применяются тесты, которые выполняются по разделам № 1-4.

Предлагаются задания по изученным темам в виде открытых и закрытых вопросов (35 вопросов в каждом варианте).

### *Образец тестового задания*

1. Древнейший человек на Земле появился около 3 млн. лет назад. Когда появились первые люди на Урале?
  - а) 1 млн. лет назад,
  - б) 300 тыс. лет назад,
  - в) около. 150 тыс. лет назад.
  
2. В каком регионе Урала находится укрепленное поселение бронзового века “Аркаим”:
  - а) в Курганской
  - б) в Челябинской,
  - в) в Свердловской.
  
3. Уральский город, где расположена известная наклонная башня Демидовых:
  - а) Кунгур
  - б) Невьянск
  - в) Екатеринбург
  - г) Соликамск
  
4. В каком году была основана Екатеринбургская горнозаводская школа?
  - а) 1723
  - б) 1783
  - в) 1847
  
5. Почему на гербе Уральского государственного горного университета изображена императорская корона?
  - а) потому что он был основан императором Николаем II
  - б) по личной просьбе представительницы царского дома Романовых О.Н. Куликовской-Романовой, посетившей Горный университет
  - в) для красоты
  
6. Из приведенных волевых качеств определите те, которые необходимы для выполнения патриотического долга.
  - а) Решительность, выдержка, настойчивость в преодолении препятствий и трудностей.
  - б) Агрессивность, настороженность, терпимость к себе и сослуживцам.
  - в) Терпимость по отношению к старшим, лояльность по отношению к окружающим
  
7. Печорин в произведении М.Ю. Лермонтова “Герой нашего времени” был ветераном этой войны:
  - а) Русско – турецкой
  - б) Кавказской
  - в) Крымской
  - г) Германской

## **Подготовка к групповой дискуссии**

Групповая дискуссия — это одна из организационных форм познавательной деятельности обучающихся, позволяющая закрепить полученные ранее знания, восполнить недостающую информацию, сформировать умения решать проблемы,

укрепить позиции, научить культуре ведения дискуссии. Тематика обсуждения выдается на первых занятиях. Подготовка осуществляется во внеаудиторное время. Регламент – 3-5 мин. на выступление. В оценивании результатов наравне с преподавателем принимают участие студенты группы.

Обсуждение проблемы (нравственной, политической, научной, профессиональной и др.) происходит коллективно, допускается корректная критика высказываний (мнений) своих сокурсников с обязательным приведением аргументов критики.

Участие каждого обучающегося в диалоге, обсуждении должно быть неформальным, но предметным.

#### Темы для групповых дискуссий по разделам

*Тема для групповой дискуссии по разделу 1. История инженерного дела в России. Создание и развитие Уральского государственного горного университета.*

Студентам заранее дается перечень великих уральцев XVIII – начала XX вв. (Демидовы, И.С. Мясников и Твердышевы, Г.В. де Генин, В.А. Глинка, М.Е. Грум-Гржимайло и др.), внесших существенный вклад в развитие металлургической и горной промышленности. Студенты разбиваются на несколько групп, каждой из которых дается один исторический персонаж. Задача студентов по литературным и интернет-источникам подробно познакомиться с биографией и трудами своего героя. В назначенный для дискуссии день они должны не только рассказать о нем и его трудах, но и, главным образом, указать на то, каким образом их жизнь и деятельность повлияла на культуру и жизненный уклад их современников, простых уральцев.

*Тема для групповой дискуссии по разделу 2. «Основы российского патриотического самосознания»*

Студенты должны заранее освежить в памяти произведения школьной программы: К.М. Симонова «Жди меня», М.Ю. Лермонтова «Бородино», Л.Н. Толстого «Война и мир», А.А. Фадеева «Молодая гвардия».

Вопросы, выносимые на обсуждение:

Какие специфические грани образа патриота представлены в произведениях К.М. Симонова «Жди меня», М.Ю. Лермонтова «Бородино», Л.Н. Толстого «Война и мир», А.А. Фадеева «Молодая гвардия», выделите общее и особенное.

Какие еще произведения, в которых главные герои проявляют патриотические качества, вы можете назвать. Соотнесите их с героями вышеупомянутых писателей.

*Тема для групповой дискуссии по разделу 3. Религиозная культура в жизни человека и общества.*

Описание изначальной установки:

Группа делится на 2 части: «верующие» и «светские». Каждая группа должна высказать аргументированные суждения по следующей теме:

*«Может ли верующий человек прожить без храма/мечети/синагоги и другие культовые сооружения?»*

Вопросы для обсуждения:

1. Зачем человеку нужен храм/мечеть/синагога и др. культовые сооружения?
2. Почему совесть называют голосом Божиим в человеке?
3. Что означает выражение «вечные ценности»?
4. Что мешает человеку прийти в храм/мечеть/синагогу и др. культовое сооружение?

Каждый из групп должна представить развернутые ответы на поставленные вопросы со ссылкой на религиозные источники и нормативно-правовые акты, аргументированно изложить свою позицию.

*Тема для групповой дискуссии по разделу 4. «Основы духовной и социально-психологической безопасности»*

*Тема дискуссии: «Воспитание трезвенных убеждений»*

Основой дискуссии как метода активного обучения и контроля полученных знаний является равноценное владение материалом дискуссии всеми студентами. Для этого при предварительной подготовке рекомендуется наиболее тщательно повторить темы раздела, касающиеся формирования системы ценностей, манипуляций сознанием, методов ведения концентрированной войны, методике утверждения трезвости как базовой национальной ценности.

В начале дискуссии демонстрируется фильм Н. Михалкова «Окна Овертона» из серии Бесогон ТВ: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=8&v=Bliiy4QfQIk](https://www.youtube.com/watch?time_continue=8&v=Bliiy4QfQIk)

Затем перед студентами ставится проблемная задача: сформулировать ответ на вопрос «Возможно ли применение данной технологии формирования мировоззрения в благих целях — для воспитания трезвенных убеждений?»

*Возможные варианты точек зрения:*

1. Это манипулятивная технология, применение ее для воспитания трезвенных убеждений неэтично.

2. Это универсальная социально-педагогическая технология, применение ее во зло или во благо зависит от намерений автора. Использование ее в целях формирования трезвенных убеждений обосновано и может реализоваться в практической деятельности тех, кто овладел курсом «Основы утверждения трезвости»

Результатом дискуссии не могут быть однозначные выводы и формулировки. Действие ее всегда пролонгировано, что дает студентам возможность для дальнейшего обдумывания рассмотренных проблемных ситуаций, для поиска дополнительной информации по воспитанию трезвенных убеждений.

Незадолго до проведения групповой дискуссии преподаватель разделяет группу на несколько подгрупп, которая, согласно сценарию, будет представлять определенную точку зрения, информацию. При подготовке к групповой дискуссии студенту необходимо собрать материал по теме с помощью анализа научной литературы и источников.

Используя знание исторического, теологического и правового материала, исходя из изложенных изначальных концепций, каждая группа должна изложить свою точку зрения на обсуждаемый вопрос, подкрепив ее соответствующими аргументами.

Каждый из групп по очереди приводит аргументы в защиту своей позиции. Соответственно другая группа должна пытаться привести контраргументы, свидетельствующие о нецелесообразности, пагубности позиции предыдущей группы и стремится доказать, аргументированно изложить свою позицию.

## **ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

При подготовке к зачету по дисциплине «Духовно-нравственная культура и патриотическое воспитание» 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 «Духовно-нравственная культура и патриотическое воспитание».

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.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому  
комплексу  
С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

**КОММУНИКАТИВНАЯ КУЛЬТУРА ЛИЧНОСТИ**

Направление подготовки

*20.03.01 Техносферная безопасность*

Профиль

*Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности*

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Одобрена на заседании кафедры

Философии и культурологии

*(название кафедры)*

Зав. кафедрой

*(подпись)*

Беляев В. П.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 01.09.2021

*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета

*(название факультета)*

Председатель

*(подпись)*

Колчина Н. В.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 2 от 08.10.2021

*(Дата)*

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2 Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3 Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4 Методические рекомендации по написанию эссе	11
5 Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6 Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7 Методические рекомендации по написанию реферата	17
8 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	19
Заключение	21
Список использованных источников	22

Автор: Гладкова И. В., доцент, к. ф. н.

## ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

**Самостоятельная работа студента (СРС)** - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

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.

**Самостоятельная работа студента** - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

*Аудиторная самостоятельная работа* по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

*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: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблеме;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

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. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

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.

## 1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тестов по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

## 2. 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*

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. 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>1</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>2</sup>.

---

<sup>1</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>2</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)



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. Объем времени на подготовку к устному опросу зависит от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

### 3. Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

*Доклад должен соответствовать следующим требованиям:*

- тема доклада должна быть согласована с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны соответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

#### ***Общая структура доклада***

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

#### ***Вступление.***

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;

- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

**Основная часть.**

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

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 должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

**Заключение.**

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

<i>Критерии оценки доклада, сообщения</i>	<i>Количество баллов</i>
Содержательность, информационная насыщенность доклада	1
Наличие аргументов	1
Наличие выводов	1
Наличие презентации доклада	1
Владение профессиональной лексикой	1
Итого:	5

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

#### 4. Методические рекомендации по написанию эссе

*Эссе* - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную 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 - 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.*

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.

## 5. 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 подведением итога обсуждения, 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, 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. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

## 6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия*, где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

*Дискуссия* (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

*Дискуссия* обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обуславливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

*Дискуссия- диалог* чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

*Дискуссия - спор* используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:



- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,
- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;
- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;
- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;
- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

**Подготовка студентов к дискуссии:** если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

**В проведении дискуссии** выделяется несколько этапов.

**Этап 1-й, введение в дискуссию:** формулирование проблемы и целей дискуссии; определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

**Этап 2-й, обсуждение проблемы:** обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

**Этап 3-й, подведение итогов обсуждения:** выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

## 7. Методические рекомендации по написанию реферата

Слово "реферат" (от латинского – *referre* – докладывать, сообщать) означает сжатое изложение в устной или письменной форме содержания какого-либо вопроса или темы на основе критического обзора информации.

Написание реферата - вид самостоятельной работы студента, содержащий информацию, дополняющую и развивающую основную тему, изучаемую на аудиторных занятиях. Реферат может включать обзор нескольких источников и служить основой для доклада на семинарах, конференциях.

При подготовке реферата необходимо соблюдать следующие правила.

Ясно и четко сформулировать цель и задачи реферата, отражающие тему или решение проблемы.

Найти литературу по выбранной теме; составить перечень источников, обязательных к прочтению.

Только после предварительной подготовки следует приступать к написанию реферата. Прежде всего, составить план, выделить в нем части.

*Введение.* В этом разделе раскрывается цель и задачи работы; здесь необходимо сформулировать проблему, которая будет проанализирована в реферате, изложить своё отношение к ней, то есть мотивацию выбора; определить особенность постановки данной проблемы авторами изученной литературы; объяснить актуальность и социальную значимость выбранной темы.

*Основная часть.* Разделы, главы, параграфы основной части должны быть направлены на рассмотрение узловых моментов в теме реферата. Изложение содержания изученной литературы предполагает его критическое осмысление, глубокий логический анализ.

Каждый раздел основной части реферата предполагает детальное изучение отдельного вопроса темы и последовательное изложение структуры текстового материала с обязательными ссылками на первоисточник. В целом, содержание основной части должно отражать позиции отдельных авторов, сравнительную характеристику этих позиций, выделение узловых вопросов дискурса по выбранной для исследования теме.

*Заключение.* В заключении автор реферата должен сформулировать личную позицию в отношении изученной проблемы и предложить, может быть, свои способы её решения. Целесообразно сделать общие выводы по теме реферата и ещё раз отметить её актуальность и социальную значимость.

*Список использованных источников и литературы.*

Написание рефератов является одной из форм обучения студентов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы, а также на усиление контроля за этой работой.

В отличие от теоретических семинаров, при проведении которых приобретаются, в частности, навыки высказывания своих суждений и изложения мнений других авторов в устной форме, написание рефератов формирует навыки изложения своих мыслей в письменной форме грамотным языком, хорошим стилем.

В зависимости от содержания и назначения в учебном процессе рефераты можно подразделить на два основных типа: научно-проблемные и обзорно-информационные.

*Научно-проблемный реферат.* При написании такого реферата следует изучить и кратко изложить имеющиеся в литературе суждения по определенному, спорному в теории, вопросу (проблеме) по данной теме, высказать по этому вопросу (проблеме) собственную точку зрения с соответствующим ее обоснованием.

*Обзорно-информационный реферат.* Разновидностями такого реферата могут быть следующие:

1) краткое изложение основных положений той или иной книги, монографии, содержащих материалы, относящиеся к изучаемой теме по курсу дисциплины;

2) подбор и краткое изложение содержания статей по определенной проблеме (теме, вопросу), опубликованных в различных журналах за определенный период, либо в сборниках («научных трудах», «ученых записках» и т.д.).

Темы рефератов определяются преподавателем. Литература либо рекомендуется преподавателем, либо подбирается аспирантами самостоятельно, что является одним из элементов самостоятельной работы.

Объем реферата должен быть в пределах 15 страниц машинописного текста через 1,5 интервала. При оформлении реферата необходимо ориентироваться на правила и установленные стандарты для учебных и научных работ.

Реферат сдается в указанные преподавателем сроки.

Критерии оценивания:

- достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);

- уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);

- личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо основной образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);

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

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

- знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;

- степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всестороннее раскрытие темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);

- качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);

- корректное использование литературных источников, грамотное оформление ссылок.

## 8. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

*Экзамен (зачет)* - 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 попадет 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 неусттомительный 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.

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.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

## 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 для *HR*;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html>
2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Профессор учебно-методическому  
комитету  
С.А. Упоров

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

**ФТД.01 ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРУДА**

Направление подготовки

**20.03.01 Техносферная безопасность**

Направленность (профиль)

**Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности**

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Одобрена на заседании кафедры  
Управления персоналом  
\_\_\_\_\_  
(название кафедры)  
Зав.кафедрой Ветош  
(подпись)  
Ветошкина Т.А.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 1 от 16.09.2021  
\_\_\_\_\_  
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией  
Горно-технологического факультета  
\_\_\_\_\_  
(название факультета)  
Председатель Н.В. Колчина  
(подпись)  
Колчина Н.В.  
(Фамилия И. О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 2 от 08.10.2021  
\_\_\_\_\_  
(Дата)

Екатеринбург

Автор: Полянок О.В., к.пс.н.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ.....	8
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ.....	12
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ.....	13
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	28

## ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - 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 – практические занятия;
2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям (в т.ч. подготовка к практико-ориентированным заданиям 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 *«Технологии интеллектуального труда»* 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 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 *«Технологии интеллектуального труда»* являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. ответы на вопросы для самопроверки, подготовка к выполнению практико-ориентированных заданий);
- подготовка к зачету.

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

## **ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Тема 1. Особенности информационных технологий для людей с ограниченными возможностями.**

Информационные технологии  
Универсальный дизайн  
Адаптивные технологии

### **Тема 2. Тифлотехнические средства/ Сурдотехнические средства/ Адаптивная компьютерная техника (Материал изучается по подгруппам в зависимости от вида ограничений здоровья обучающихся)**

Брайлевский дисплей  
Брайлевский принтер  
Телевизионное увеличивающее устройство  
Читающая машина  
Экранные лупы  
Синтезаторы речи  
Ассистивные тифлотехнические средства  
Ассистивные сурдотехнические средства  
Адаптированная компьютерная техника  
Ассистивные технические средства

### **Тема 3. Дистанционные образовательные технологии**

Дистанционные образовательные технологии  
Информационные объекты

### **Тема 4. Интеллектуальный труд и его значение в жизни общества**

Система образования  
Образовательная среда вуза  
Интеллектуальный труд  
Интеллектуальный ресурс  
Интеллектуальный продукт

### **Тема 5. Развитие интеллекта – основа эффективной познавательной деятельности**

Личностный компонент  
Мотивационно-потребностный компонент  
Интеллектуальный компонент  
Организационно-деятельностный компонент  
Гигиенический компонент  
Эстетический компонент  
Общеучебные умения  
Саморегуляция



**Тема 6. Самообразование и самостоятельная работа студента – ведущая форма умственного труда.**

Самообразование

Самостоятельная работа студентов

Технологии интеллектуальной работы

Технологии групповых обсуждений

**Тема 7. Технологии работы с информацией студентов с ОВЗ и инвалидов**

Традиционные источники информации

Технологии работы с текстами

Технологии поиска, фиксирования, переработки информации

Справочно-поисковый аппарат книги

Техника быстрого чтения

Реферирование

Редактирование

Технология конспектирования

Методы и приемы скоростного конспектирования

**Тема 8. Организация научно-исследовательской работы**

Доклад

Реферат

Курсовая работа

Выпускная квалификационная работа

Техника подготовки работы

Методика работы над содержанием Презентация

**Тема 9. Тайм-менеджмент**

Время

Планирования времени

Приемы оптимизации распределения времени

## 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 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

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 требуется 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.

## ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

**1. В соответствии с опросником «Саморегуляция» (ОС) (модификация методики А.К. Осницкого) оцените свои качества, возможности, отношение к деятельности в протоколе (132 высказывания) по 4-х бальной шкале: 4 балла – да; 3 балла – пожалуй да; 2 балла – пожалуй нет; 1 балл – нет.**

### Текст опросника

1. Способен за дело приниматься без напоминаний.
2. Планирует, организует свои дела и работу.
3. Умеет выполнить порученное задание.
4. Хорошо анализирует условия.
5. Учитывает возможные трудности.
6. Умеет отделять главное от второстепенного.
7. Чаще всего избирает верный путь решения задачи.
8. Правильно планирует свои занятия и работу.
9. Пытается решить задачи разными способами.
10. Сам справляется с возникающими трудностями.
11. Редко ошибается, умеет оценить правильность действий.
12. Быстро обнаруживает свои ошибки.
13. Быстро находит новый способ решения.
14. Быстро исправляет ошибки.
15. Не повторяет ранее сделанных ошибок.
16. Продумывает свои дела и поступки.
17. Хорошо справляется и с трудными заданиям.
18. Справляется с заданиями без посторонней помощи.
19. Любит порядок.
20. Заранее знает, что будет делать.
21. Аккуратен и последователен.
22. Продумывает, все до мелочей.
23. Ошибается чаще из-за того, что смысл задания целом не понят, хотя все детали продуманы.
24. Старателен, хотя часто не выполняет заданий.
25. Долго готовится, прежде чем приступить к делу.
26. Избегает риска.
27. Сначала обдумывает, потом делает.
28. Решения принимает без колебаний.
29. Уверенный в себе.
30. Действует решительно, настойчив.
31. Предприимчивый, решительный.
32. Активный.
33. Ведущий.
34. Реализует почти все, что планирует.
35. Начатое дело доводит до конца.
36. Предпочитает действовать, а не обсуждать.



37. Обдумывает свои дела и поступки.
38. Анализирует свои ошибки и неудачи.
39. Планирует дела, рассчитывает свои силы.
40. Прислушивается к замечаниям.
41. Редко повторяет одну и ту же ошибку.
42. Знает о своих недостатках.
43. Сделает задание на совесть.
44. Как всегда сделает на отлично.
45. Для него важно качество, а не отметка.
46. Всегда проверяет правильность работы.
47. Старается довести дело до конца.
48. Стирается добиться лучших результатов.
49. Действует самостоятельно, мало советуясь с другими.
50. Предпочитает справляться с трудностями сам.
51. Может принять не зависящее от других решение.
52. Любит перемену в занятиях.
53. Легко переключается с одной работы на другую.
54. Хорошо ориентируется в новых условиях.
55. Аккуратен.
56. Внимателен.
57. Усидчив.
58. С неудачами и ошибками обычно справляется.
59. Неудачи активизируют его.
60. Старается разобраться в причинах неудач.
61. Умеет мобилизовать усилия.
62. Взвешивает все «за» и «против».
63. Старается придерживаться правил.
64. Всегда считается с мнением других.
65. Его нетрудно убедить в чем-то.
66. Прислушивается к замечаниям.
67. Нужно напоминать о том, что необходимо закончить дело.
68. Не планирует, мало организует свои дела, и работу.
69. Не выполняет заданий оттого, что отвлекается.
70. Условия анализирует плохо.
71. Не учитывает возможных трудностей.
72. Не умеет отделять главное от второстепенного.
73. Пути решения выбирает не лучшие.
74. Не умеет планировать работу и занятия.
75. Не пытается решать задачи разными способами.
76. Не может справиться с трудностями без помощи других.
77. Часто допускает ошибки в работе, часто их повторяет.
78. С трудом находит ошибки в своей работе.
79. С трудом находит новые способы решения.
80. С большим трудом и долго исправляет ошибки.

81. Повторяет одни и те же ошибки.
82. Часто поступает необдуманно, импульсивно.
83. С трудными заданиями справляется плохо.
84. Не справляется с заданием без напоминаний и помощи.
85. Не любит порядок.
86. Часто не знает заранее, что ему предстоит делать.
87. Непоследователен и неаккуратен.
88. Ограничивается лишь общими сведениями, общим впечатлением.
89. Ошибается чаще из-за того, что не продуманы мелочи, детали.
90. Не очень старателен, но задания выполняет.
91. Приступает к делу без подготовки.
92. Часто рискует, ищет приключений.
93. Сначала сделает, лотом подумает.
94. Решения принимает после раздумий и колебаний.
95. Часто сомневается в своих силах.
96. Нерешителен, небольшие помехи уже останавливают его.
97. Нерешительный.
98. Вялый, безучастный.
99. Ведомый.
100. Задумывает много, а делает мало.
101. Редко, когда начатое дело доводит до конца.
102. Предпочитает обсуждать, а не действовать.
103. Действует без раздумий, «с ходу».
104. Не анализирует ошибок.
105. Не планирует почти ничего, не рассчитывает своих сил.
106. Не прислушивается к замечаниям.
107. Часто повторяет одну и ту же ошибку.
108. Не хочет знать и исправлять свои недостатки.
109. Сделает «спустя рукава».
110. Сделает как получится.
111. Сделает из-за угрозы получения плохой оценки.
112. Не проверяет правильность результатов своих действий.
113. Часто бросает работу, не доделав ее.
114. Результат неважен – лишь бы поскорее закончить работу.
115. О его трудностях и делах знают почти все.
116. Всегда надеется на друзей, на их помощь.
117. Действует по принципу: как все, так и я!
118. Любит однообразные занятия.
119. С трудом переключается с одной работы на другую.
120. Плохо ориентируется в новых условиях.
121. Неаккуратен.
122. Невнимателен.
123. Неусидчив.
124. Ошибку может исправить, если его успокоить.

125. Неудачи быстро сбивают с толку.
126. Равнодушен к причинам неудач.
127. С трудом мобилизуется на выполнение задания.
128. Поступает необдуманно, импульсивно.
129. Не придерживается правил.
130. Не считается с мнением окружающих.
131. Его трудно убедить в чем-либо.
132. Не прислушивается к замечаниям.

### Ключ для обработки и интерпретации данных

В тесте оценивается 132 характеристики саморегуляции. Они разбиты на тройки.

Всего 22 пары противоположных характеристик.

1. Целеполагание - 23. Неустойчивость целей.
2. Моделирование условий - 24. Отсутствие анализа условий.
3. Программирование действий - 25. Спонтанность действий.
4. Оценивание результатов - 26. Ошибки в работе.
5. Коррекции результатов и способ» действий - 27. Повторные ошибки.
6. Обеспеченность регуляции в целом - 28. Импульсивность.
7. Упорядоченность деятельности - 29. Непоследовательность, неаккуратность.
8. Детализация регуляции действий - 30. Поверхностность.
9. Осторожность в действиях - 31. Необдуманность, рискованность.
10. Уверенность в действиях - 32. Неуверенность в своих силах.
11. Инициативность в действиях - 33. Нерешительность.
12. Практическая реализуемость намерений - 34. Незавершенность дел.
13. Осознанность действий - 35. Действия наобум.
14. Критичность в делах и поступках -36. Равнодушие к недостаткам.
15. Ориентированность на оценочный балл -37. Попустительство.
16. Ответственность в делах и поступках - 38. Безответственность в делах.
17. Автономность - 39. Зависимость в действиях.
18. Гибкость, пластичность в действиях - 40. Инертность в работе.
19. Вовлечение полезных привычек в регуляцию действий - 41. «Плохиш».
20. Практичность, устойчивость в регуляции действий - 42. Равнодушие к ошибкам, неудачам.
21. Оптимальность (адекватность) регуляции усилий - 43. Отсутствие последовательности.
22. Податливость воспитательным воздействиям - 44. Самодостаточность.

Необходимо найти сумму в каждой из троек характеристик и сопоставить ее с их противоположностью.

4-6 баллов - слабое проявление характеристики.

7-9 баллов - ситуативное проявление.

10-12 баллов - выраженность характеристики.

## Бланк для ответов

ФИ \_\_\_\_\_

Пол \_\_\_\_\_ Возраст (дата рождения) \_\_\_\_\_ Гр. \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

### Шкала ответов

4 – да; 3 – пожалуй да; 2 – пожалуй нет; 1 – нет.

№			S		№	
1	1			23	67	
	2				68	
	3				69	
2	4			24	70	
	5				71	
	6				72	
3	7			25	73	
	8				74	
	9				75	
4	10			26	76	
	11				77	
	12				78	
5	13			27	79	
	14				80	
	15				81	
6	16			28	82	
	17				83	
	18				84	
7	19			29	85	
	20				86	
	21				87	
8	22			30	88	
	23				89	
	24				90	
9	25			31	91	
	26				92	
	27				93	

S

10	28		32	94	
	29			95	
	30			96	
11	31		33	97	
	32			98	
	33			99	
12	34		34	100	
	35			101	
	36			102	
13	37		35	103	
	38			104	
	39			105	
14	40		36	106	
	41			107	
	42			108	
15	43		37	109	
	44			ΠΟ	
	45			111	
16	46		38	112	
	47			113	
	48			114	
17	49		39	115	
	50			116	
	51			117	
18	52		40	118	
	53			119	
	54			120	
19	55		41	121	
	56			122	
	57			123	
20	58		42	124	
	59			125	
	60			126	

21	61		43	127	
	62			128	
	63			129	
22	64		44	130	
	65			131	
	66			132	

Качественные характеристики саморегуляции

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции	№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
1	Целеполагание	За дело приниматься без напоминаний, планирует, организует свои дела и работу. Задания и поручения выполняет.	23	Неустойчивость целей	Не планирует, мало организует свою работу. Нужно напоминать о том, что необходимо закончить дело. Отвлекается.
2	Моделирование условий	Анализирует условия предстоящей деятельности, возможные трудности. Выделяет главное.	24	Отсутствие анализа условий	Не умеет отделять главное от второстепенного. Не предвидит ход дел, возможные трудности.
3	Программирование действий	Правильно планирует свои занятия и работу, избирает верный путь решения задачи.	25	Спонтанность действий	Не умеет планировать работу в занятия, затрудняется в выборе путей решения задач.
4	Оценивание результатов	Редко ошибается, умеет оценить правильность действий. Быстро обнаруживает свои ошибки.	26	Ошибки в работе	Часто допускает ошибки в работе, часто их повторяет. Не находит ошибок в своей работе.
5	Коррекция результатов и способов действий	Быстро находит новый способ решения. Быстро исправляет ошибки.	27	Повторные ошибки	С трудом находит новые способы решения. Повторяет одни и те же ошибки.
6	Обеспеченность регуляции в целом	Продумывает свои дела и поступки. Справляется с заданиями без посторонней помощи.	28	Импульсивность	Часто поступает необдуманно, импульсивно. С трудными заданиями справляется плохо.

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции	№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
		щи.			
7	Упорядоченность деятельности	Любит порядок. Аккуратен и последователен.	29	Непоследовательность	Часто не знает заранее, что ему предстоит делать, не последователен и неаккуратен.
8	Детализация регуляции действий	Продумывает, все до мелочей. Ошибается чаще из-за того, что смысл задания целом не понят, хотя все детали продуманы.	30	Поверхностность	Ограничивается лишь общими сведениями, общим впечатлением. Ошибается чаще из-за того, что не продуманы мелочи, детали.
9	Осторожность в действиях	Долго обдумывает и готовится, прежде чем приступить к делу. Избегает риска.	31	Необдуманность, рискованность	Приступает к делу без подготовки. Сначала сделает, потом подумает.
10	Уверенность в действиях	Уверенный в себе. Решения принимает без колебаний. Решителен. Настойчив.	32	Неуверенность в своих силах	Решения принимает после колебаний. Сомневается в своих силах. Нерешителен.
11	Инициативен в действиях.	Предприимчивый, решительный. Активный. Ведущий.	33	Нерешительность	Нерешительный. Вялый, безучастный. Ведомый.
12	Практическая реализуемость намерений	Реализует почти все, что планирует. Начатое дело доводит до конца.	34	Незавершенность дел	Редко, когда начатое дело доводит до конца. Предпочитает обсуждать, а не действовать.
13	Осознанность действий	Обдумывает, планирует свои дела и поступки. Анализирует свои ошибки и неудачи.	35	Действия наобум	Действует без раздумий, «с ходу», не рассчитывает своих сил.
14	Критичность в делах и поступках	Знает о своих недостатках. Редко повторяет ошибки. Прислушивается к замечаниям.	36	Равнодушие к недостаткам	Часто повторяет одну и ту же ошибку. Не хочет знать и исправлять свои недостатки.

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции	№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
15	Ориентированность на оценочный балл	Сделает задание на совесть. Для него важно качество, а не отметка.	37	Попустительство	Делает все «спустя рукава», как получится. Делает из-за угрозы плохой оценки.
16	Ответственность в делах и поступках	Гарантирует доведение дел до конца. Всегда проверяет правильность работы.	38	Безответственность в делах	Не проверяет результатов своих действий. Часто бросает работу, не доделав до конца.
17	Автономность	Действует и принимает самостоятельные решения. Предпочитает сам справляться с трудностями.	39	Зависимость в действиях	Всегда надеется на друзей, на их помощь.
18	Гибкость, пластичность в действиях	Легко переключается с одной работы на другую. Хорошо ориентируется в новых условиях.	40	Инертность в работе	Любит однообразные занятия. С трудом переключается с одной работы на другую.
19	Вовлечение полезных привычек в регуляцию действий	Аккуратен. Внимателен. Усидчив.	41	«Плохиш»	Неаккуратен. Невнимателен. Неусидчив.
20	Практичность, устойчивость в регуляции действий	Справляется с неудачами и ошибками. Неудачи активизируют его. Старается разобраться в их причинах.	42	Равнодушие к ошибкам, неудачам	Неудачи быстро сбивают с толку. Равнодушен к их причинам.
21	Оптимальность (адекватность) регуляции усилий	Взвешивает все «за» и «против». Умеет мобилизовать усилия.	43	Отсутствие последовательности	Поступает необдуманно. С трудом мобилизуется на выполнение задания.
22	Податливость воспитательным воздействиям	Всегда считается с мнением других. Прислушивается к замечаниям.	44	Самодостаточность	Не считается с мнением окружающих. Не прислушивается к замечаниям.

*Задание:* На основе самодиагностики саморегуляции сформулируйте рекомендации по саморегуляции.



## **2. Выберите научную статью по своей специальности и напишите к ней аннотацию, реферат, конспект, рецензию.**

### Методические указания

**АННОТАЦИЯ** (от лат. *annotatio* - замечание, пометка) – это краткая характеристика статьи, рукописи, книги, в которой обозначены тема, проблематика и назначение издания, а также содержатся сведения об авторе и элементы оценки книги.

Перед текстом аннотации даются выходные данные (автор, название, место и время издания). Эти данные можно включить в первую часть аннотации.

Аннотация обычно состоит из двух частей. В первой части формулируется основная тема книги, статьи; во второй части перечисляются (называются) основные положения. Говоря схематично, аннотация на книгу (прежде всего научную или учебную) отвечает на вопросы о чем? из каких частей? как? для кого? Это ее основные, стандартные смысловые элементы. Каждый из них имеет свои языковые средства выражения.

Аннотация на книгу помещается на оборотной стороне ее титульного листа и служит (наряду с ее названием и оглавлением) источником информации о содержании работы. Познакомившись с аннотацией, читатель решает, насколько книга может быть ему нужна. Кроме того, умение аннотировать прочитанную литературу помогает овладению навыками реферирования.

Языковые стереотипы, с помощью которых оформляется каждая смысловая часть аннотации:

#### 1. Характеристика содержания текста:

В статье (книге) рассматривается...; Статья посвящена...; В статье даются...; Автор останавливается на следующих вопросах...; Автор затрагивает проблемы...; Цель автора – объяснить (раскрыть)...; Автор ставит своей целью проанализировать...;

#### 2. Композиция работы:

Книга состоит из ... глав (частей)...; Статья делится на ... части; В книге выделяются ... главы.

#### 3. Назначение текста:

Статья предназначена (для кого; рекомендуется кому)...; Сборник рассчитан...; Предназначается широкому кругу читателей...; Для студентов, аспирантов...; Книга заинтересует...

**РЕФЕРАТ** (от лат. *referre* - докладывать, сообщать) – это композиционно организованное, обобщенное изложение содержания источника информации (статьи, ряда статей, монографии и др.). Реферат отвечает на вопрос: «Какая информация содержится в первоисточнике, что излагается в нем?»

Реферат состоит из трех частей: общая характеристика текста (выходные данные, формулировка темы); описание основного содержания; выводы референта. Изложение одной работы обычно содержит указание на тему и композицию реферируемой работы, перечень ее основных положений с приведением аргументации, реже - описание методики и проведение эксперимента, результатов и выводов исследования. Такой реферат называется про-

стым информационным. Студенты в российских вузах пишут рефераты обычно на определенные темы. Для написания таких тематических рефератов может быть необходимо привлечение более чем одного источника, по крайней мере двух научных работ. В этом случае реферат является не только информационным, но и обзорным.

Реферирование представляет собой интеллектуальный творческий процесс, включающий осмысление текста, аналитико-синтетическое преобразование информации и создание нового текста. Реферат не должен превращаться в «ползание» по тексту. Цель реферирования – создать «текст о тексте». Реферат – это не конспект, разбавленный «скрепами» типа *далее автор отмечает...* Обильное цитирование превращает реферат в конспект. При чтении научного труда важно понять его построение, выделить смысловые части (они будут основой для плана), обратить внимание на типичные языковые средства (словосочетания, вводные конструкции), характерные для каждой части. В реферате должны быть раскрыты проблемы и основные положения работы, приведены доказательства этих положений и указаны выводы, к которым пришел автор. Реферат может содержать оценочные элементы, например: *нельзя не согласиться, автор удачно иллюстрирует* и др. Обратите внимание, что в аннотации проблемы научного труда лишь обозначаются, а в реферате – раскрываются.

#### Список конструкций для реферативного изложения:

Предлагаемая вниманию читателей статья (книга, монография) представляет собой детальное (общее) изложение вопросов...; Рассматриваемая статья посвящена теме (проблеме, вопросу...);

Актуальность рассматриваемой проблемы, по словам автора, определяется тем, что...; Тема статьи (вопросы, рассматриваемые в статье) представляет большой интерес...; В начале статьи автор дает обоснование актуальности темы (проблемы, вопроса, идеи); Затем дается характеристика целей и задач исследования (статьи);

Рассматриваемая статья состоит из двух (трех) частей...; Автор дает определение (сравнительную характеристику, обзор, анализ)...; Затем автор останавливается на таких проблемах, как...; Автор подробно останавливается на истории возникновения (зарождения, появления, становления)...; Автор подробно (кратко) описывает (классифицирует, характеризует) факты...; Автор доказывает справедливость (опровергает что-либо)...; Автор приводит доказательства справедливости своей точки зрения...; В статье дается обобщение..., приводятся хорошо аргументированные доказательства...;

В заключение автор говорит о том, что...; Несомненный интерес представляют выводы автора о том, что...; Наиболее важными из выводов автора представляются следующие...; Изложенные (рассмотренные) в статье вопросы (проблемы) представляют интерес не только для..., но и для...

**КОНСПЕКТИРОВАНИЕ** – письменная фиксация основных положений читаемого или воспринимаемого на слух текста. При конспектировании происходит свертывание, компрессия первичного текста.

КОНСПЕКТ- это краткое, но связное и последовательное изложение значимого содержания статьи, лекции, главы книги, учебника, брошюры. Запись-конспект позволяет восстановить, развернуть с необходимой полнотой исходную информацию, поэтому при конспектировании надо отбирать новый и важный материал и выстраивать его в соответствии с логикой изложения. В конспект заносят основные (существенные) положения, а также фактический материал (цифры, цитаты, примеры). В конспекте последующая мысль должна вытекать из предыдущей (как в плане и в тезисах). Части конспекта должны быть связаны внутренней логикой, поэтому важно отразить в конспекте главную мысль каждого абзаца. Содержание абзаца (главная мысль) может быть передано словами автора статьи (возможно сокращение высказывания) или может быть изложено своими словами более обобщенно. При конспектировании пользуются и тем и другим приемом, но важно передать самые главные положения автора без малейшего искажения смысла.

Различают несколько видов конспектов в зависимости от степени свернутости первичного текста, от формы представления основной информации:

1. конспект-план;
2. конспект-схема;
3. текстуальный конспект.

Подготовка конспекта включает следующие этапы:

1. Вся информация, относящаяся к одной теме, собирается в один блок – так выделяются смысловые части.
2. В каждой смысловой части формулируется тема в опоре на ключевые слова и фразы.
3. В каждой части выделяется главная и дополнительная по отношению к теме информация.
4. Главная информация фиксируется в конспекте в разных формах: в виде тезисов (кратко сформулированных основных положений статьи, доклада), выписок (текстуальный конспект), в виде вопросов, выявляющих суть проблемы, в виде назывных предложений (конспект-план и конспект-схема).
5. Дополнительная информация приводится при необходимости.

РЕЦЕНЗИЯ - это письменный критический разбор какого-либо произведения, предполагающий, во-первых, комментирование основных положений (толкование авторской мысли; собственное дополнение к мысли, высказанной автором; выражение своего отношения к постановке проблемы и т.п.); во-вторых, обобщенную аргументированную оценку, в третьих, выводы о значимости работы.

В отличие от рецензии ОТЗЫВ дает самую общую характеристику работы без подробного анализа, но содержит практические рекомендации: анализируемый текст может быть принят к работе в издательстве или на соискание ученой степени.

Типовой план для написания рецензии и отзывов:

1. Предмет анализа: *В работе автора...; В рецензируемой работе...; В предмете анализа...*

2. Актуальность темы: Работа посвящена актуальной теме...; Актуальность темы обусловлена...; Актуальность темы не вызывает сомнений (вполне очевидна)...

3. Формулировка основного тезиса: Центральным вопросом работы, где автор добился наиболее существенных (заметных, ощутимых) результатов, является...; В работе обоснованно на первый план выдвигается вопрос о...

4. Краткое содержание работы.

5. Общая оценка: Оценивая работу в целом...; Таким образом, рассматриваемая работа...; Автор проявил умение разбираться в...; систематизировал материал и обобщил его...; Безусловной заслугой автора является новый методический подход (предложенная классификация, некоторые уточнения существующих понятий); Автор, безусловно, углубляет наше представление об исследуемом явлении, вскрывает новые его черты...

6. Недостатки, недочеты: Вместе с тем вызывает сомнение тезис о том...; К недостаткам (недочетам) работы следует отнести допущенные автором длинноты в изложении (недостаточную ясность при изложении)...; Работа построена нерационально, следовало бы сократить...; Существенным недостатком работы является...; Отмеченные недостатки носят чисто локальный характер и не влияют на конечные результаты работы...; Отмеченные недочеты работы не снижают ее высокого уровня, их скорее можно считать пожеланиями к дальнейшей работе автора...; Упомянутые недостатки связаны не столько с..., сколько с...

7. Выводы: Представляется, что в целом работа... имеет важное значение...; Работа может быть оценена положительно, а ее автор заслуживает...; Работа заслуживает высокой (положительной, отличной) оценки...; Работа удовлетворяет всем требованиям..., а ее автор, безусловно, имеет (определенное, законное, заслуженное, безусловное) право...

#### Задание

а) Выберите научную статью по своей специальности и напишите к ней аннотацию, реферат, конспект, рецензию.

**3. Проанализируйте отрывок из студенческой курсовой работы, посвященной проблеме связи заголовка и текста. Соответствует ли язык сочинения нормам научного стиля? На основании анализа проведите правку текста:**

Заголовок, будучи неотъемлемой частью газетных публикаций, определяет лицо всей газеты. Сталкиваясь с тем или иным периодическим изданием, читатель получает первую информацию о нем именно из заголовков. На примере газеты «Спорт – экспресс» за апрель – май 1994 г. я рассмотрю связь: заголовок – текст, ведь, как говорится в народной мудрости «встречают по одежке, а провожают – по уму». Но даже при наличии прекрасной одежки (заглавий) и величайшего ума (самих материалов) стилистическая концепция газеты будет не полной, если будет отсутствовать продуманная и логичная связь между содержанием и заголовком. Итак, стараясь выбрать наиболее продуманные заглавия,

я попытаюсь проследить за тем, по какому принципу строится связь между содержанием и заголовком самой популярной спортивной газеты России «Спорт – экспресс». А к тому же я остановлюсь и на классификации заголовков по типу их связей с газетным текстом вообще.

## ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Технологии интеллектуального труда*» 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 «*Технологии интеллектуального труда*».

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.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



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

**ФТД.02 СРЕДСТВА КОММУНИКАЦИИ В УЧЕБНОЙ И  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Направление подготовки

**20.03.01 Техносферная безопасность**

Направленность (профиль)

**Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности**

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Одобрена на заседании кафедры  
Управления персоналом  

---

*(название кафедры)*

Зав.кафедрой Ветош-  
*(подпись)*

Ветошкина Т.А.  
*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 16.09.2021  
*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией  
Горно-технологического факультета  

---

*(название факультета)*

Председатель Н.В.  
*(подпись)*

Колчина Н.В.  
*(Фамилия И. О.)*

Протокол № 2 от 08.10.2021  
*(Дата)*

Екатеринбург

Автор: Полянок О.В., к.пс.н.



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ.....	8
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ.....	12
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ.....	14
ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТА.....	36
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	45

## ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - 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 – практические занятия;
2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям (в т.ч. подготовка к практико-ориентированным заданиям 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 *«Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности»* 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 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 *«Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности»* являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. подготовка к выполнению практико-ориентированных заданий, подготовка реферата);
- подготовка к зачету.

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

## **ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Тема 1. Сущность коммуникации в разных социальных сферах. Основные функции и виды коммуникации**

Коммуникации  
Межличностное общение  
Речевые способности  
Профессиональное общение

### **Тема 2. Специфика вербальной и невербальной коммуникации**

Вербальная коммуникация  
Невербальная коммуникация

### **Тема 3. Эффективное общение**

Эффективное общение  
Обратная связь  
Стиль слушания

### **Тема 4. Основные коммуникативные барьеры и пути их преодоления в межличностном общении. Стили поведения в конфликтной ситуации**

Конфликт  
Барьер речи

### **Тема 5. Виды и формы взаимодействия студентов в условиях образовательной организации**

Группа  
Коллектив  
Групповое давление  
Феномен группомыслия  
Феномен подчинения авторитету  
Обособление  
Диктат  
Подчинение  
Вызов  
Выгода  
Соперничество  
Сотрудничество  
Взаимодействие  
Взаимопонимание

### **Тема 6. Формы, методы, технологии самопрезентации**

Самопрезентация  
Публичное выступление

## 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 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. Владение 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

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.

## ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

### 1. Организуйте коллективную сетевую деятельность.

*Методические указания:*

Под организацией **коллективной сетевой деятельности** понимают совместные действия нескольких пользователей в сети электронных коммуникаций, направленные на получение информации. Участники совместной сетевой деятельности могут быть объединены общими целями, интересами, что позволяет им обмениваться мнениями, суждениями, а также совершать действия с различными объектами, такими как фотографии, программы, записи, статьи, представленными в цифровом виде.

Подобное взаимодействие может заключаться в различных его видах, таких как:

- - общение;
- - обмен данными;
- - организация трудовой деятельности;
- - совместное времяпрепровождение за сетевыми развлечениями.

Рассмотрим каждый из них. Одним из примеров организации **общения** в сети Интернет могут служить популярные на сегодняшний день сообщества **Livejournal** ([www.livejournal.ru](http://www.livejournal.ru)), **Facebook** ([www.facebook.com](http://www.facebook.com)), **Twitter** (<http://twitter.com>) и др.

По своей сути это социальные сети, которые работают в режиме реального времени, позволяя участникам взаимодействовать друг с другом. Так, социальная сеть Livejournal (Живой журнал) предоставляет возможность публиковать свои и комментировать чужие записи, вести коллективные блоги («сообщества»), получать оперативную информацию, хранить фотографии и видеоролики, добавлять в друзья других пользователей и следить за их записями в «ленте друзей» и др.

Facebook позволяет создать профиль с фотографией и информацией о себе, приглашать друзей, обмениваться с ними сообщениями, изменять свой статус, оставлять сообщения на своей и чужой «стенах», загружать фотографии и видеозаписи, создавать группы (сообщества по интересам).

Система Twitter позволяет пользователям отправлять короткие текстовые заметки, используя web-интерфейс, sms-сообщения, средства мгновенного обмена сообщениями (например, Windows Live Messenger), сторонние программы-клиенты. Отличительной особенностью Твиттера является публичная доступность размещенных сообщений, что роднит его с **блогами** (онлайн-дневник, содержимое которого, представляет собой регулярно обновляемые записи — **посты**).

Другим способом общения, безусловно, является **электронная почта**. Принципы создания ящика электронной почты подробно рассматривались в практикуме параграфа 2.12. При всех своих плюсах электронная почта не позволяет организовать двусторонний оперативный диалог, максимально приближенный к обычному разговору. Отправив письмо, человек уверен, что оно оперативно будет доставлено в ящик адресата, но будет ли получен быстрый ответ? Кроме того, переписка может растянуться, что сводит к минимуму решение возможных актуальных проблем человека в настоящий момент времени.

Именно поэтому возникла необходимость в самостоятельном классе программ, которые выполняли бы две основные задачи:

1. Показать, находится ли собеседник в данный момент в сети Интернет, готов ли он общаться.
2. Отправить собеседнику короткое сообщение и тут же получить от него ответ.

Такие программы получили название IMS (англ. Instant Messengers Service — служба мгновенных сообщений). Часто такие программы называют **интернет-пейджерами**. В качестве примера подобных программ можно привести Windows Live Messenger, Yahoo!Messenger, ICQ.

Так, программа Windows Live Messenger является одним из компонентов Windows Live — набора сетевых служб от компании Microsoft. Ранее мы познакомились с такими его модулями, как Семейная безопасность и Киностудия. Доступ к Messenger можно получить по адресу <http://download.ru.msn.com/wl/messenger>, либо через кнопку **Пуск** на своем персональном компьютере (предварительно установив основные компоненты службы Windows Live).

В настоящее время произошла интеграция Messenger и программы Skype, функции которой будут рассмотрены позже.

Чтобы начать «разговор», достаточно выполнить двойной щелчок мыши на имени собеседника и ввести сообщение в соответствующее окно. Если друга нет на месте, можно оставить ему сообщение, и он увидит его, когда снова войдет в программу.

Коммуникацию в реальном масштабе времени возможно осуществить с помощью **чатов** (англ. Chatter — болтать). Если ваш компьютер оснащен видеокамерой, вы сможете начать видеочат. Одной из наиболее интересных особенностей видео-чата в Messenger является то, что он позволяет делать через Интернет все, что ранее можно было делать только при личном общении. Например, можно легко обмениваться фотографиями и видеть, как собеседник реагирует на них.

Теперь рассмотрим, каким образом можно организовать коллективную сетевую деятельность, связанную с **обменом данными**. Сразу отметим, что для передачи или открытия доступа к файлам в локальной сети используются стандартные возможности операционной системы компьютера. Для этого достаточно в настройках определенной директории открыть общий доступ на чтение или запись другими пользователями сети.

В настоящее время популярнейшим способом обмена данными является размещение файлов на различных видеохостингах и в социальных сетях. **Хостинг** — это услуга по предоставлению вычислительных мощностей для размещения информации на сервере, постоянно находящемся в сети Интернет. Для размещения видеофайлов, как правило, используются такие крупные видеохостинги, как YouTube ([www.youtube.com](http://www.youtube.com)), Rutube (<http://mtube.ru>). Социальные сети, например Одноклассники ([www.odnoklassniki.ru](http://www.odnoklassniki.ru)), ВКонтакте (<http://vk.com>) и др., также можно использовать для размещения видеоматериалов.

Хранение, обмен файлов возможно организовать и с помощью облачных сервисов, таких как Яндекс.Диск, SkyDrive, iCloud и т.д. Перечислим ряд достоинств подобного способа организации работы:

- не требуется денежных вложений - сервисы бесплатны;
- возможность резервного хранения данных;
- доступность информации из любой точки мира с разных устройств, подключенных к Интернету;
- пользователь самостоятельно определяет доступность к файлам другим людям;
- большой размер облачного хранилища (7-10 Гб);
- информация не привязана к одному компьютеру;
- доступ к файлам, хранящимся на устройствах с разными аппаратными платформами (Windows, Android, iOS).

В качестве примера рассмотрим работу с программой Яндекс.Диск, которую предварительно следует установить на свой компьютер с адреса <http://disk.yandex.ru/download>. После инсталляции программы на вашем устройстве создается папка Яндекс.Диск, в которой будет находиться ряд папок, таких как Документы, Музыка, Корзина. Теперь, после того как мы добавим, изменим или удалим файл в папке Яндекс.Диск на своем компьютере, то же самое автоматически произойдет на серверах Яндекс, т. е. происходит процесс синхронизации.

Поделиться файлом с друзьями через web-интерфейс можно, выполнив следующие действия:

1. Зайти в свой почтовый ящик на сервисе Яндекс.

2. Выполнив команду **Файлы/Документы**, выделить нужный файл из списка.

3. Установить переключатель на панели предпросмотра в положение **Публичный** и нажать на одну из кнопок, расположенных ниже, что гарантирует публикацию ссылки на файл в одной из социальных сетей (ВКонтакте, Facebook и т.д.) либо отправку по электронной почте (рис. 1).



Рис. 1. Ссылка на файл

Другой возможностью публикации ссылки на файл - получение ее через ОС Windows. В этом случае порядок действий следующий:

1. Открыть папку Яндекс.Диск.
2. Выполнить щелчок правой кнопкой мыши на нужном файле.
3. В контекстном меню выбрать пункт **Яндекс.Диск: Скопировать публичную ссылку**.

Теперь в буфере обмена находится ссылка на файл, например, <http://yadi.Sk/d/91nV8FjiOYnX>, с которой вы можете поделиться со своими друзьями.

Перейдем к описанию организации **трудовой деятельности** как способа совместного сетевого взаимодействия. Она может выглядеть самой разной, от простого общения в видеоконференциях, заканчивая использованием серьезных корпоративных решений для управления рабочим процессом в компании. Примерами таких решений являются:

1. 1С-Битрикс: Корпоративный Портал (<http://www.lc-bitrix.ru/products/intranet/>) — система управления внутренним информационным ресурсом компании для коллективной работы над задачами, проектами и документами.
2. Мегаллан ([www.megaplan.ru](http://www.megaplan.ru)) — онлайн-сервис для управления бизнесом.
3. TeamLab ([www.teamlab.com/ru](http://www.teamlab.com/ru)) — многофункциональный онлайн-сервис для совместной работы, управления документами и проектами.
4. BaseCamp (<http://basecamp.com>) — онлайн-инструмент для управления проектами, совместной работы и постановки задач по проектам.

Рассмотрим эти решения на примере облачного сервиса **Мегаллан**, который относится к модели **SaaS** (англ. Software as a service — программное обеспечение как услуга). В рамках модели SaaS заказчики платят не за владение программным обеспечением как таковым, а за его аренду (т. е. за его использование через web-интерфейс). Таким образом, в отличие от классической схемы лицензирования программного обеспечения заказчик несет сравнительно небольшие периодические затраты (от 150 до 400 руб./мес.), и ему не требуется инвестировать значительные средства в приобретение ПО и аппаратной платформы для его развертывания, а затем поддерживать его работоспособность.

Используя на предприятии Мегаллан, можно получить множество современных эффективных средств управления персоналом компании, в частности:

- выстроить иерархическую структуру предприятия, прояснить уровни подчинения, сделать связи сотрудников внутри предприятия логичными и понятными каждому;
- система управления персоналом на предприятии позволит каждому руководителю контролировать деятельность своих подчиненных в режиме реального времени. Кроме того,

можно получать актуальную информацию, даже не находясь в офисе — для этого достаточно иметь доступ в Интернет;

- получить возможность обмениваться документами, выкладывать в общий доступ бизнес-планы, презентации, проекты и распоряжения, ускоряя обмен информацией внутри предприятия;

- системы обмена сообщениями и корпоративный форум делают общение, как деловое, так и личное, более живым и эффективным. Кроме того, выходящая по ходу исполнения задачи, зафиксированные в Мегаплане, позволяют анализировать ход работы над проектом.

Зарегистрировавшись на вышеуказанном сайте, вы получите бесплатный доступ для знакомства с сервисом Мегаплан. Из трех решений предлагаемых компанией, а именно Совместная работа, Учет клиентов и Бизнес-менеджер, выберите первое — **Совместная работа**. Такой выбор дает возможность эффективно управлять проектами, задачами и людьми. Выбрав модуль **Сотрудники**, добавьте несколько сотрудников, заполнив их личные карточки. Много информации в карточки заносить необязательно, их всегда можно отредактировать, при этом не забывая нажимать на кнопку **Сохранить**. Заполненный модуль **Сотрудники** представлен на рис. 2.



Рис. 2. Модуль Сотрудники

Заполнив базу сотрудников, отметив все необходимые сведения в картотеке, вы получаете автоматизированную систему управления персоналом компании, которая более оперативно, чем любой менеджер по кадрам, будет оповещать вас обо всех изменениях, напоминать о днях рождения, давать доступ к картотеке и персональным сообщениям.

Теперь создайте отделы своей виртуальной организации. Для этого, находясь в модуле **Сотрудники**, выберите блок **Структура**, а в нем ссылку **Добавить отдел**. Чтобы добавить сотрудника в отдел, его надо перетащить мышью из списка **Нераспределенные**. После этого следует установить связь «Начальник-Подчиненный», используя ссылки **Начальники**, **Подчиненные**. Подобная ситуация представлена на рис. 3.

Красные стрелки на схеме обозначают вашу подчиненность, а зеленые — сотрудники подчиняются вам.

Для того чтобы организовать взаимодействие в команде, выберите модуль **Задачи** и поставьте перед каждым сотрудником задачу, указав сроки ее выполнения. Сотрудник может принять или отклонить задачу, делегировать ее своему подчиненному, комментировать задачу, оперировать списком своих задач (распечатывать, сортировать по признакам). Он может даже провалить задачу — и это немедленно станет известно всем, кто с ней связан.

Используя модуль **Документы**, попробуйте создать несколько текстовых документов (их объем не может превышать 300 Мб). Также имеется возможность импортировать имеющиеся документы, которые Мегаплан будет сортировать по типам: текстовые

документы, презентации, PDF-файлы, таблицы, изображения и др. Таким образом, можно хранить общие для всей компании договоры, банки, анкеты и другие важные файлы.



Рис. 3 Организационная структура предприятия

Модуль **Обсуждение** представляет собой корпоративный форум, в рамках которого можно рассматривать любые вопросы. Обсуждение тем может происходить в нескольких уже созданных разделах, а именно Новости, Отдых, Работа. Подобная ситуация представлена на рис. 4.

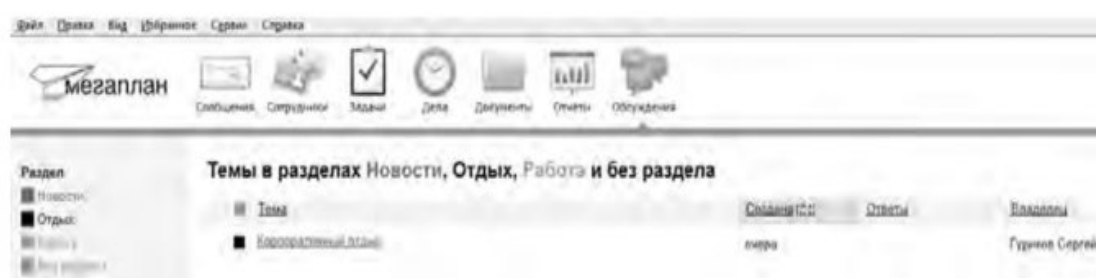


Рис. 4.Создание темы в модуле Обсуждение

Создайте несколько тем, воспользовавшись кнопкой **Добавить**. Обратите внимание на то, что вы можете ограничить просмотр обсуждаемых тем отдельным сотрудникам и группам. Корпоративный форум делает общение внутри компании более открытым. Возможность общения онлайн между сотрудниками, встреча которых могла бы и не произойти в реальной жизни, развивает неформальные отношения, вследствие которых совместная работа над проектами становится более комфортной. Работа над проектом, созданным в виртуальной среде, существенно упрощается за счет системы обмена сообщениями (модуль **Сообщения**), совместной работы, обработки файлов, находящихся в общем доступе.

Итак, освоение базовых функциональных операций в процессе работы с Мегалланом происходит очень быстро. С учетом того, что бесплатная версия продукта позволяет зарегистрировать трех пользователей, можно организовать сетевое взаимодействие, создав учебное предприятие и тем самым, усовершенствовать навыки взаимодействия исполнителей и руководителей в рабочем процессе.

**Совместное времяпрепровождение за сетевыми развлечениями** — последний вид сетевого взаимодействия, рассматриваемого нами. Сетевыми развлечениями в основном являются компьютерные игры. Вид взаимодействия в играх может быть различным: игроки могут соперничать друг с другом, могут быть в команде, а в некоторых играх возможны оба



вида взаимодействия. Соперничество может выражаться как напрямую, например игра в шахматы, так и в таблице рейтингов в какой-нибудь браузерной игре.

Существует особый жанр игр MMORPG (англ. Massive Multiplayer Online Role-playing Game, массовая многопользовательская онлайн-ролевая игра) — разновидность онлайн-ролевых игр, позволяющая тысячам людей одновременно играть в изменяющемся виртуальном мире через Интернет. Сообщество любителей игр в жанре MMORPG зарегистрировано в сети Интернет по адресу [www.mmorpg.su](http://www.mmorpg.su).

Подобные игры, как правило, построены на технологии «клиент-сервер», но есть разновидности, где в качестве клиента выступает обычный браузер. Игрок в такой игре представляется своим **аватаром** — виртуальным представлением его игрового персонажа. Создатели игры поддерживают существование игрового мира, в котором происходит действие игры и который населен ее персонажами.

Когда геймеры попадают в игровой мир, они могут в нем выполнять различные действия вместе с другими игроками со всего мира. Разработчики MMORPG поддерживают и постоянно развивают свои миры, добавляя новые возможности и доступные действия для того, чтобы «гарантировать» интерес игроков. Яркими представителями подобного рода игр на сегодняшний день являются EverQuest, World of Warcraft, Anarchy Online, Asheron's Call, Everquest II, Guild Wars, Ragnarok Online, Silkroad Online, The Matrix Online, City of Heroes.

*Задания:*

а)Создайте свой аккаунт (если вы его не имеете) в одной из социальных сетей, например Livejournal или Facebook. Выполните скриншоты своего блога. Результат отправьте на электронную почту преподавателя.

б)Используя программу Windows Live Messenger, добавьте в друзья (по предварительной договоренности) своего преподавателя и свяжитесь с ним в режиме реального времени либо оставьте ему сообщение.

в)Установите на свой компьютер программу Яндекс.Диск. Предоставьте доступ к нескольким файлам своему преподавателю.

г)Создайте учебное предприятие, используя облачный сервис Мегатлан. Заполните информацией все имеющиеся в программе модули. Установите связи между отделами. Пригласите нескольких своих друзей в проект. Продемонстрируйте результат преподавателю, открыв ему доступ.

д)Напишите краткий отчет о результатах своей работы по созданию виртуального предприятия, указав в нем этапы его создания, результаты совместной сетевой деятельности.

е)Являетесь ли вы участником какой-либо игры в жанре MMORPG? Если да, расскажите об основных правилах той игры, в которой вы участвуете. Каким образом происходит ваше взаимодействие в ней с друзьями?

### 3. Организация форумов

*Методические указания*

В настоящее время перед каждым образовательным учреждением стоит задача формирования открытой информационной образовательной среды. Эффективным механизмом является использование коммуникационных возможностей сети Интернет. В частности, организация на сайтах или в информационных системах образовательных учреждений форумов (дискуссий).

**Форум** — это web-страница, созданная на основе клиент-серверной технологии для организации общения пользователей сети Интернет. Концепция форума основана на создании разделов, внутри которых происходит обсуждение различных тем в форме сообщений. От чата форум отличается тем, что общение может происходить не в реальном времени. Таким образом, человек имеет возможность подумать над своим ответом или над создаваемой темой.

По методу формирования набора тем форумы бывают:

- **тематические.** В рамках таких форумов пользователи обсуждают предварительно опубликованную статью, новость СМИ и т.д. Обсуждение происходит в одной или нескольких темах;

- **проблемные.** Для обсуждения предлагается ряд проблемных вопросов (тем). Обсуждение каждой проблемы происходит в своей ветке. Чаще всего в подобных типах форумов пользователь не имеет права создавать новую тему;

- **постоянно действующие форумы.** Форумы поддержки (помощи). По такому принципу строятся форумы технической поддержки, различные консультации и пр. Чаще всего это форумы с динамическим списком тем, где простые участники могут создавать новую тему в рамках тематики форума.

Форумы функционируют согласно определенным правилам, которые определяют администраторы и модераторы. **Администратор форума** следит за порядком во всех разделах, контролирует общение на ресурсе и соблюдение правил сайта. **Модератор форума** чаще всего следит за порядком в конкретном разделе, имеет более узкие права, чем администратор. Его основная задача — увеличивать популярность форума, количество участников и число интересных обсуждений. Дополнительные задачи:

- стимулировать появление новых интересных тем;
- стимулировать общение на форуме;
- не допускать конфликтных ситуаций на форуме, а в случае их возникновения — уметь найти выход из сложной ситуации;
- при появлении в темах **спама** (рассылка коммерческой и иной рекламы или иных видов сообщений (информации) лицам, не выразившим желания их получать) немедленно сообщать об этом администратору сайта;
- следить за культурой сетевого общения.

Для каждого конкретного форума администратором могут быть созданы свои правила, но в целом их можно свести к следующим:

1. На форумах приветствуется поддержание дискуссии, обмен опытом, предоставление интересной информации, полезных ссылок.

2. Не нужно вести разговор на «вольные» темы и размещать бессодержательные (малосодержательные) или повторяющиеся сообщения. Под бессодержательными (малосодержательными) понимаются, в частности, сообщения, содержащие исключительно или преимущественно эмоции (одобрение, возмущение и т. д.).

3. Желательно проверять грамотность сообщений (например, редактором Microsoft Word) — ошибки затрудняют понимание вопроса или ответа и могут раздражать участников обсуждения.

4. Длинные сообщения желательно разбивать на абзацы пустыми строчками, чтобы их было удобно читать.

5. Запрещается размещать заведомо ложную информацию.

6. Не рекомендуется публиковать сообщения, не соответствующие обсуждаемой теме, в том числе личные разговоры в ветках форума.

7. Не следует писать сообщения сплошными заглавными буквами, так как это эквивалентно повышению тона, а также латинскими буквами. При этом сообщение считается нарушающим данное правило, если такого рода текстом набрано более трети всего сообщения.

8. Участники форума не должны нарушать общепринятые нормы и правила поведения. Исключено употребление грубых слов и ненормативной лексики, выражение расистских, непристойных, оскорбительных или угрожающих высказываний, нарушений законодательства в области авторского права или сохранности конфиденциальной информации.

9. Запрещено публично обсуждать нелегальное использование (в том числе взлом) программного обеспечения, систем безопасности, а также публикацию паролей, серийных номеров и адреса (ссылки), по которым можно найти что-либо из вышеназванного.

10. Не следует размещать в форумах, а также рассылать через личные сообщения коммерческую рекламу и спам.

Для создания форумов используется ряд программных решений, написанных на языке PHP (англ. Hypertext Preprocessor — предпроцессор гипертекста) и используемых для ведения своей базы данных сервер MySQL. К их числу относятся **Invision Power Board** ([www.invisionpower.com](http://www.invisionpower.com)), **vBulletin** ([www.vbulletin.com](http://www.vbulletin.com)), **PHP Bulletin Board** ([www.phpbb.com](http://www.phpbb.com)), **Simple Machines Forum** ([www.simplemachines.org](http://www.simplemachines.org)) и ряд других. Однако создать «движок форума» с помощью перечисленного программного обеспечения начинающему пользователю будет весьма непросто, поскольку и сами программы, и документация к ним написаны на английском языке.

Попробовать свои силы для создания тематического форума можно с использованием российских web-сервисов, предлагающих свои услуги в этом направлении. Остановим свой выбор на сервисе Forum2x2 ([www.forum2x2.ru](http://www.forum2x2.ru)), который предлагает создание и хостинг форумов. Forum2x2 позволяет создать форум бесплатно, всего за несколько секунд и без всяких технических знаний, а после — мгновенно начать общение. Интерфейс форума является наглядным, простым в использовании и легко настраивается.

Определим следующую задачу — создать форум своего учебного заведения. Находясь на сайте сервиса Forum2x2, выберем кнопку **Создать бесплатный форум**. Пользователю будет предложено выбрать одну из четырех версий создания форумов: Phpbb3, Phpbb2, IPB и Punbb. Их краткая характеристика будет представлена в соответствующих вкладках. Воспользуемся самым простым из них - **Punbb**, который предоставляет только базовые опции web-форума, а следовательно, является оптимальным по скорости и простоте использования. Далее нам предстоит выполнить три простых шага:

1. Выбрать графический стиль форума.
2. Ввести название форума, его интернет-адрес, свой адрес электронной почты, пароль.
3. Прочитать информацию о недопустимом содержании создаваемого форума.

На этом создание форума можно считать завершенным. На рис. 5 представлен один из возможных примеров созданного форума.



Рис. 5 Внешний вид созданного форума

В своем электронном почтовом ящике вы обнаружите письмо от администрации сервиса Forum2x2, в котором будут даны несколько полезных советов для успешного начала работы форума, в частности:

- - поместить в форум несколько сообщений, чтобы задать тон обсуждения;
- - внести личный аспект в стиль оформления форума, подобрав цвета и шрифты;

- - сообщить по электронной почте друзьям о новом форуме и пригласить их поучаствовать в форуме;
- - поместить ссылки на форум на других сайтах, форумах и в поисковых системах.

Для администрирования вновь созданного форума необходимо ввести имя пользователя (Admin) и пароль, который вы выбрали при создании форума. После этого вы получаете доступ к ссылке **Панель администратора**, расположенной внизу страницы, которая имеет несколько вкладок (рис. 6).



Рис. 6. Вкладки Панели администратора

Вкладка **Главная** отображает информацию по статистике созданных сообщений, количеству пользователей и тем. Здесь же можно воспользоваться практическими советами по повышению посещаемости созданного форума. Попробуйте пригласить на созданный форум своих друзей, знакомых, с помощью ссылки **Адреса Email**, вводя в соответствующее поле их электронные адреса. Максимальное число приглашений, отправляемых за один раз, — десять.

Вкладка **Общие настройки** позволяет сконфигурировать форум в соответствии с личными целями администратора. В частности, можно изменить название сайта, его описание, определить конфигурацию защиты форума, определить E-mail администратора.

С помощью раздела **Категории и форумы** создайте свои форумы, определите порядок их вывода с помощью соответствующих кнопок (**Сдвинуть вверх**, **Сдвинуть вниз**). **Категория** представляет собой совокупность форумов, объединенных общей тематикой. Один из возможных примеров создания форумов приведен на рис. 7.

Сделанные изменения доступны для просмотра после нажатия на кнопку **Просмотр форума**. Находясь на вкладке **Общие настройки**, перейдите в раздел **Раскрутка форума** и выберите пункт **Поисковые системы**. Введите информацию для ваших мета-тегов, чтобы улучшить позицию вашего форума в поисковых системах. **Мета-теги** — это невидимые коды, используемые поисковиками для индексации и позиционирования вашего форума. Зарегистрируйте ваш форум в основных поисковых системах: Yandex, Google, Rambler.



Рис. 7. Структура форумов

Используя вкладку **Оформление**, поэкспериментируйте с различными стилями для того, чтобы повысить привлекательность форума. Здесь же можно поменять версию «движка» форума.

Будучи администратором вашего форума, вы являетесь его единственным полноправным хозяином и полностью контролируете его. С помощью вкладки **Пользователи & Группы** создайте группу модераторов, ответственных за соблюдение установленных вами правил (правил орфографии, правил поведения на форуме и т.д.).

Перейдите на вкладку **Модули**. Здесь вы можете добавить к вашему форуму такие модули, как портал, календарь, галерея, чат или листы персонажей. Выберите ссылку **Портал**. Появится информация о том, что портал не установлен. Нажмите ссылку — установить. Внешний вид созданного портала представлен на рис. 8.



Рис. 8. Созданный портал

На вкладке **Модули** попробуйте поработать с виджетами (гаджетами) форума, из которых и состоит портал. **Виджет** — это элемент интерфейса, предназначенный для облегчения доступа к информации.

Добавьте/удалите стандартные виджеты форума (Поиск, Календарь, Новости, Последние темы, Самые активные пользователи и др.), отслеживая изменения нажатием кнопки **Просмотр портала**. Оставьте наиболее удачный, с вашей точки зрения, вариант.

Итак, мы приобрели первоначальные практические навыки создания собственного форума и выполнили действия, направленные на увеличение его посещаемости. Кроме того, необходимо создать ссылку на форум с главной страницы сайта учебного заведения. Следует отметить, что, для того чтобы созданный форум не оставался в статичном виде, необходима большая работа администратора, модераторов по его поддержанию.

Альтернативным способом организации форумов является их развертывание в информационной системе учебного заведения. На современном отечественном рынке автоматизированных информационных систем управления учебным процессом представлено достаточно большое количество решений. Свой выбор остановим на ИС ModEUS (<http://modeus.krf.ane.ru/index.php>), которая разработана с учетом специфики российского образования и обеспечивает автоматизацию учебного процесса, в том числе и дистантного (учет учебного процесса, его планирование и публикация, подготовка отчетной документации).

После регистрации в системе ModEUS, нужно выбрать ссылку **Дискуссии**. Вы можете организовать дискуссию (форум) по любому из находящихся в системе курсов, щелкнув мышью по его названию.

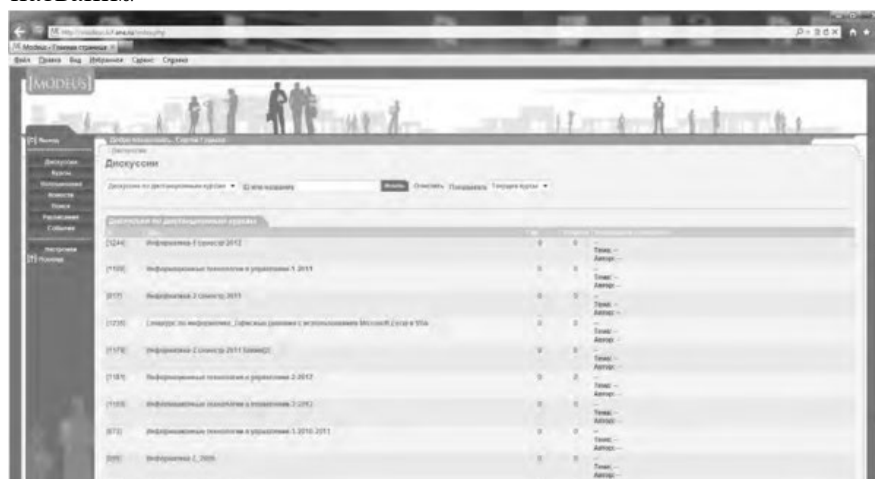


Рис. 9. Страница Дискуссии в ИС ModEUS

Создадим новую тему, нажав одноименную кнопку. Впишем в соответствующие поля название темы и вопрос, предлагаемый для обсуждения. Подобная ситуация представлена на рис. 437. Кроме того, мы имеем возможность прикрепить текстовый файл объемом не более 16 Мб, например список вопросов к экзамену.

После нажатия на кнопку **Создать** тема дискуссии отображается в системе (рис. 10), и любой из студентов может принять участие в ее обсуждении.

Таким образом, можно определить преимущества создания форума в информационной системе учебного заведения:

- - отсутствует необходимость иметь практические навыки работы по созданию web-страниц;
- - нет необходимости заботиться о раскрутке форума - студенты и преподаватели постоянно работают в системе.

В то же время есть и ряд недостатков, в частности:

- - форум доступен исключительно для студентов и преподавателей учебного заведения, в котором функционирует информационная система;
- - стандартизированный типовой интерфейс для всех выполняемых функций;
- - нет возможности организовать дискуссию на вольную тему.



Рис. 10 Создание новой темы



Рис. 11. Создана тема для дискуссии

### Использование тестирующих систем в локальной сети образовательного учреждения

Теперь познакомимся с возможностями ИС ModEUS для **организации тестирования студентов в локальной сети образовательного учреждения**. Использование тестирования как наиболее объективного метода оценки качества образования широко используется в учебных заведениях России. Полнота охвата проверкой требований к уровню подготовки студентов предполагает методику конструирования тестовых заданий закрытого и открытого типа. К тестовым заданиям **закрытого типа** относятся задания, предполагающие выбор верного ответа из предложенных вопросов. Тестовые задания **открытого типа** требуют конструирования ответов с кратким и развернутым ответом. И тот, и другой тип заданий успешно реализуются в ИС ModEUS.

Прежде чем создать тестовое задание, необходимо зайти в один из учебных курсов, находящихся в репозитории (хранилище данных), нажав кнопку **Курсы** в главном меню. Под «курсом» в ИС ModEUS понимается дисциплина, находящаяся в учебном плане.

Найдем в списке **Занятия курса** требуемое занятие и нажмем ссылку **Список заданий**, находящуюся справа от поля **Тип**. Для того чтобы добавить задание в занятие, нажмем кнопку **Добавить**. Подобная ситуация представлена на рис. 11.

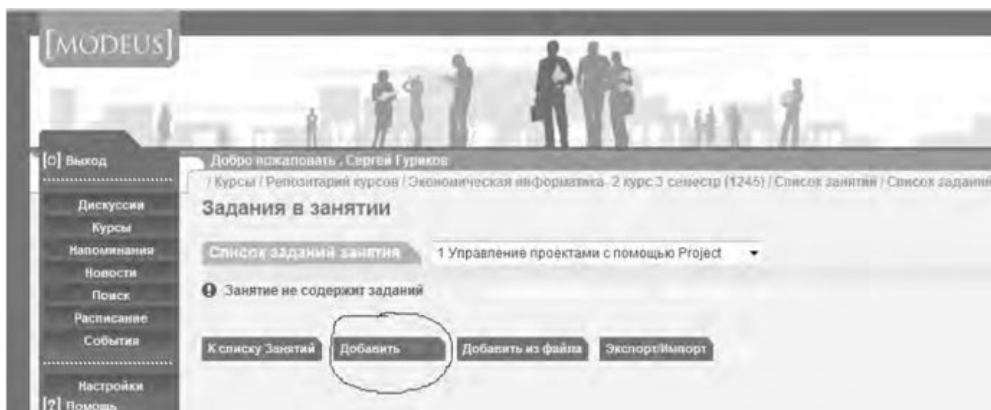


Рис.12. Добавление задания

Тип задания можно выбрать из раскрывающегося списка (рис. 12), кроме того, можно дать название новому заданию, установить балл и выбрать количество попыток сдачи.

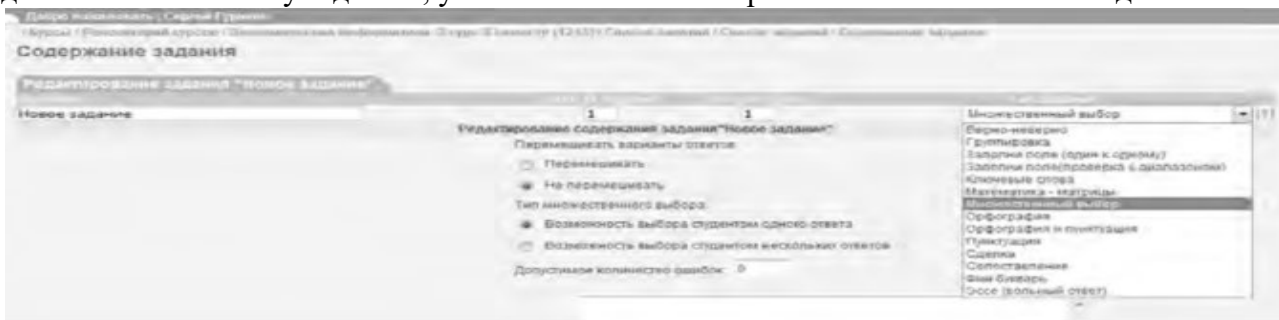


Рис.13. Выбор типа задания

Рассмотрим несколько примеров формирования вопросов закрытого и открытого типа в ИС ModEUS.

**Тестовое задание со множественным выбором верных ответов (закрытый тип).** Данный тип задания дает вам возможность задать вопрос и варианты ответов на него, из которых обучающийся должен выбрать верный (рис. 14). Правильным может быть один или несколько вариантов. Для того чтобы наполнить задание, выполните следующие действия:

- - в опции **Перемешивать варианты ответов** поставьте метку в поле **Перемешивать**, если вы хотите, чтобы указанные вами варианты ответов выводились на экран в различном порядке, поставьте метку в поле **Не перемешивать**, если варианты ответов должны выводиться всегда в одинаковом порядке;
- - в опции **Тип множественного выбора** поставьте метку в поле **Возможность выбора студентом одного ответа**, если обучающийся из предложенных вариантов ответов может выбрать только один верный, поставьте метку в поле **Возможность выбора студентом нескольких ответов**, если обучающийся может выбрать несколько верных ответов;
  - - введите текст задания в поле **Текст задания**;
  - - в случае если в задании присутствует приложение, укажите путь к этому приложению, нажав на кнопку **Обзор...** и указав путь к файлу на жестком или сетевом диске. Приложением может быть документ любого формата, например изображение;
  - - введите тексты вариантов ответов в соответствующие поля;
  - - для добавления нового поля под вариант ответа нажмите на кнопку



- каждый вариант ответа может быть дополнен приложением. Для добавления к варианту ответа приложения укажите путь к нему в поле **Добавить приложение**, нажав на



кнопку **Обзор...** и указав путь к файлу на жестком



или сетевом диске;

- установите флажки напротив одного или нескольких правильных вариантов ответа;

- нажмите на кнопку **Зафиксировать** для сохранения задания в базе данных;

- нажмите на кнопку **Сохранить и добавить новое**; чтобы сохранить задание и сразу

перейти к составлению нового задания.

Название	Балл за задание	Попыток сдачи	Тип задания
Задание 6	1	1	Множественный выбор

Редактирование содержания задания "Задание 6"

Перемешивать варианты ответов:

Перемешивать

Не перемешивать



Тип множественного выбора:

Возможность выбора студентом одного ответа

Возможность выбора студентом нескольких ответов



Текст задания:

На каком уровне семиуровневой модели ISO происходит передача кадра данных между узлами. В качестве адресов используются MAC-адреса

Добавить приложение:  Обзор...  

Варианты ответов:

1 физический уровень

Добавить приложение:  Обзор...  

2 канальный уровень

Добавить приложение:  Обзор...

3 сетевой уровень

Добавить приложение:  Обзор...

4 транспортный уровень

Добавить приложение:  Обзор...

5 сеансовый уровень

Добавить приложение:  Обзор...

6 уровень представления

Добавить приложение:  Обзор...

7 прикладной уровень

Добавить приложение:  Обзор...

Добавить ответ

Рис. 14. Создание задания со множественным выбором верных ответов

**Тестовое задание с добавлением слова (открытый тип).** Данный тип задания (рис. 15) дает вам возможность задать вопрос, на который обучающийся должен ответить, введя ответ с клавиатуры в виде текста, цифры, слова, математической формулы и т.д. Для того чтобы наполнить задание, выполните следующие действия:

- - введите текст задания в поле **Текст задания**;
- - текст задания может представлять собой текст или текст в сочетании с

приложением. Чтобы добавить приложение (изображение или документ), нажмите на кнопку **Обзор...**; находящуюся под полем **Текст задания**, и

укажите путь к файлу на жестком или сетевом диске;

- - в поле **Вопрос** введите вопрос, на который должен ответить обучающийся;
- - в поле **Ответ** укажите правильный ответ;

- в пределах одного задания вы можете задать обучающемуся несколько вопросов. Для

добавления вопроса нажмите на кнопку **Добавить вопрос**;

- нажмите на кнопку **Зафиксировать** для сохранения задания в базе данных;

- нажмите на кнопку **Сохранить и добавить новое**, чтобы сохранить задание и сразу перейти к составлению нового задания.

Рис. 15 Создание задания с добавлением слова

Кроме рассмотренных типов заданий, в ИС ModEUS существует и ряд других, в частности:

**Верно - неверно.** Данный тип задания предоставляет возможность обучающемуся выбрать один из вариантов ответа («верно» или «неверно») на поставленный вопрос.

**Группировка.** В данном типе задания обучающемуся необходимо распределить заданный список понятий по группам.

**Заполни поле (проверка с диапазоном).** Данный тип задания дает возможность задать вопрос, на который обучающийся должен ответить, введя с клавиатуры числовой ответ.

**Сопоставление.** Проверяется способность обучающихся сопоставить понятия по указанному принципу.

**Эссе.** Обучающийся отвечает в свободной форме на поставленный преподавателем вопрос. Вопрос может быть представлен в виде текста или любого другого документа.

Следует отметить, что в ИС ModEUS можно задать количество вопросов, время на проведение тестовых заданий, а также **мощность теста**. Мощность определяет количество заданий, которые будут предложены студенту для выполнения. Например, если в группе заданий десять вариантов заданий, а мощность группы равна пяти, то студенту будут предложены для выполнения пять заданий из десяти. После проведения тестирования в

информационной системе происходит автоматическое формирование оценок на основании выполненных студентами заданий.

Итак, мы завершили рассмотрение возможностей информационной системы, работающей в локальной сети учебного заведения для организации форумов и проведения тестирования студентов.

### **Настройка видео web-сессий**

В настоящее время миллионы пользователей во всем мире используют видеосвязь с помощью сети Интернет для общения друг с другом. Достоинства такого способа общения очевидны: есть возможность слышать и визуально наблюдать собеседника, находящегося, возможно, за тысячи километров. Для обеспечения полноценной видеосвязи для захвата и воспроизведения видео и звука могут использоваться как встроенные в компьютер камера, микрофон или динамик, так и внешние устройства, такие как web-камера, головная гарнитура, а также следует обеспечить высокоскоростной доступ к Интернету.

Взаимодействие собеседников при организации видео web-сессий возможно в нескольких направлениях: видеоконференция и видеотелефония.

**1. Видеоконференция** — это технология интерактивного взаимодействия двух и более человек, при которой между ними происходит обмен информацией в режиме реального времени. Существует нескольких видов видеоконференций:

- **симметричная (групповая)** видеоконференция позволяет проводить сеансы показа презентаций или рабочего стола;
- **асимметричная** видеоконференция используется для дистанционного образования. Позволяет собрать в конференции множество участников таким образом, что все они будут видеть и слышать одного ведущего, он, в свою очередь, всех участников одновременно;
- **селекторное видеосовещание** — рассчитано на взаимодействие большой группы участников, при котором пользователи имеют возможность активно обсуждать действия при чрезвычайных ситуациях, оперативно решать текущие вопросы.

Для эффективной организации проведения web-конференций, маркетинговых презентаций, онлайн-обучения, совещаний и любых других видов онлайн-встреч существует ряд программных решений. В качестве примера можно привести программы Mirapolis Virtual Room (<http://virtualroom.ru/>), ВидеоМост ([www.videomost.com](http://www.videomost.com)), TrueConf Online (<http://trueconf.ru/>) и др.

**2. Видеотелефония** — реализуется посредством сеанса видеосвязи между двумя пользователями, во время которого они могут видеть и слышать друг друга, обмениваться сообщениями и файлами, вместе работать над документами и при этом находиться в разных местах в комфортной для себя обстановке.

Для того чтобы общаться с близкими и друзьями, можно бесплатно совершать видеозвонки с помощью таких программ, как Skype (<http://www.Skype.com/intl/ru/get-skype>), Mail.ru Агент (<http://agent.mail.ru>) и ряд других.

Для того чтобы проверить наличие встроенной web-камеры на компьютере, достаточно войти в меню **Пуск**, выбрать **Компьютер**, щелкнуть на нем правой кнопкой мыши и в контекстно-зависимом меню нажать пункт **Свойства**. Далее следует выбрать пункт меню **Диспетчер устройств**, а в нем пункт **Устройства обработки изображений**. Наличие в нем устройства, например, USB 2.0 Camera свидетельствует о наличии web-камеры.

Кроме того, в документации к компьютеру (Руководство пользователя) или другому устройству должны быть приведены сведения об установленных в систему устройствах и, в частности, инструкция по использованию встроенной камеры и программному обеспечению, отвечающему за данное устройство.

Одной из таких популярных утилит является ArcSoft WebCam Companion — пакет приложений для взаимодействия с web-камерой, который позволяет захватывать, редактировать изображения и записывать видео. Самостоятельно проведите ее установку,

воспользовавшись web-адресом <http://arcsoft-webcam-companion.en.softonic.com>. После установки данной программы на компьютер ее можно запустить на выполнение командой **Пуск/Все программы/ArcSoft WebCam Companion/WebCam Companion**. Интерфейс программы представлен несколькими разделами: **Захват**, **Маска**, **Забавная рамка**, **Правка**, **Монитор**, **Другие приложения** (рис. 16).



Рис. 16. Пункты меню программы ArcSoft WebCam Companion

Выберем значок **Захват**, а в нем пункт меню **Параметры web-камеры**. Откроется окно, представленное на рис. 17.

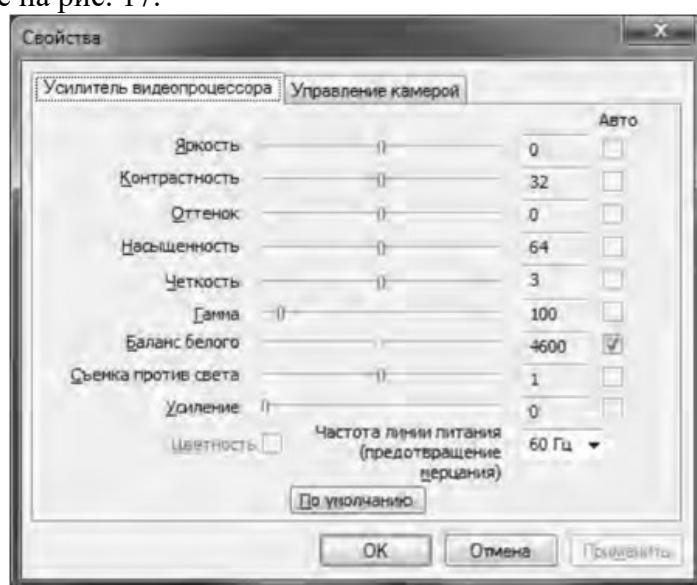


Рис. 17. Окно Свойства web-камеры

Как видно из рис. 17, в данном окне можно изменить основные параметры настройки web-камеры, одновременно наблюдая за результатом на экране. При желании настройки можно вернуть в исходное состояние, нажав на кнопку **По умолчанию**.

Теперь поговорим о том, как организовать web-сессию в такой популярной программе, как Skype. Ее большим преимуществом является такой факт, что звонки между абонентами являются бесплатными. Однако, если вы делаете звонок на мобильный или стационарный телефон, вам потребуется позаботиться о том, чтобы на вашем счете были деньги. Положить деньги на оплату разговоров в Skype вы можете с использованием такого сервиса, как Яндекс.Деньги (<https://money.yandex.ru/>).

Инсталлируйте программу Skype, воспользовавшись ее адресом в сети Интернет <http://www.skype.com/intl/ru/get-skype>. После установки программа становится доступной после выполнения команды **Пуск/Все программы/ Skype/Skype**. В окне регистрации введите свой логин и пароль. Обратите внимание на то, что если вы установите флажок в пункте **Автоматическая авторизация при запуске Skype**, то вам не придется каждый раз вводить свои данные.

Добавьте своих друзей, родственников в список контактов, воспользовавшись командой **Контакты/Добавить контакт**. Вам нужно ввести фамилию, имя знакомого, его контактный телефон, адрес электронной почты. В результате ваши контакты будут располагаться в группе **Контакты** и будут видны при каждом запуске программы.

Выполним настройку web-камеры. Последовательно нажмем **Инструменты/Настройки/Настройки видео**. Появится окно, представленное на рис. 18.

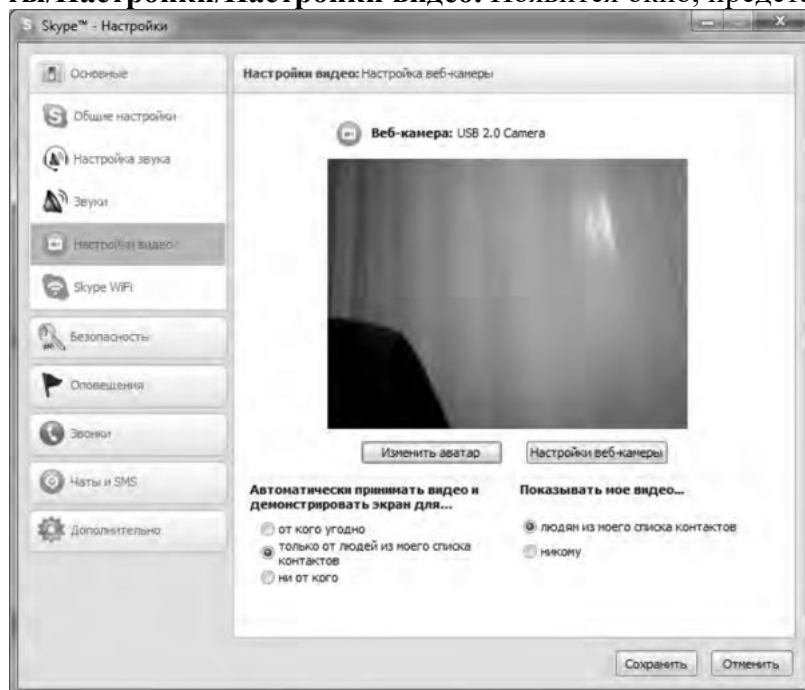


Рис.18. Окно Настройки

Если вы видите изображение - камера настроена и готова к работе. В противном случае, Skype выведет об этом текстовое сообщение. Теперь перейдем в меню **Настройка звука**. Проверьте, что поставлен флажок в опции **Разрешить автоматическую настройку микрофона**. Скажите несколько слов вслух, уровень громкости звука в опции **Громкость** должен изменяться. Окончательно проверить сделанные настройки можно с помощью контрольного звонка. Для этого, находясь в меню **Настройка звука**, выберите пункт **Сделать контрольный звонок в Skype**. В ходе контрольного звонка вы сможете сделать запись своего голоса в течение десяти секунд, а затем прослушать его. Если этот эксперимент закончится удачно, значит, все настройки выполнены правильно и программа готова к работе.

Теперь, когда мы завершили работу с настройками программы, можно попробовать сделать видеозвонок. Для этого необходимо совершить следующие действия:

1. Войти в программу Skype.
2. В группе **Контакты** щелчком мыши выбрать абонента. Во время звонка он должен быть в сети, о чем будет свидетельствовать соответствующий значок в программе Skype.
3. Нажать кнопку **Видеозвонок**.

Через несколько секунд соединение будет установлено и вы можете начать разговор, в процессе которого вы будете видеть и слышать своего собеседника. Подобная ситуация представлена на рис. 19.



Рис. 19 Сеанс связи установлен

Если во время разговоров у вас возникают неполадки со звуком, такие как сильный фоновый шум, эхо, задержка звука, «механический» звук или пропадание слов, следует убедиться в следующем:

1. Использует ли собеседник последнюю версию программы Skype? Информацию о версии программы можно получить, выполнив команду **По- мощь/О Skype**.
2. Нет ли рядом с микрофоном источников шума?
3. Не расположен ли микрофон рядом с динамиками?
4. Достаточно ли высокая скорость соединения?

Кроме того, когда программа Skype обнаруживает неполадки во время звонка, на экране появляется сообщение с рекомендациями, которые помогут вам повысить качество связи. Необходимо выполнить эти рекомендации.

Итак, вы получили теоретические сведения и практические навыки работы с организацией видео web-сессий, которые, несомненно, будут востребованы в вашей повседневной жизни.

*Задания:*

а) Зарегистрируйтесь на сервисе Forum2x2. Создайте форум своего учебного заведения, выбрав одну из четырех версий создания форумов. Выполните советы для успешного начала работы своего форума, приведенные в параграфе 5.4. После завершения работы отправьте на электронную почту преподавателя ссылку на созданный вами форум.

б) Установите на свой компьютер программу Skype. Сделайте видеозвонок вашему преподавателю (по предварительной договоренности).

## 2. Проведите диагностику стиля делового общения.

*Инструкция.* С помощью этого теста вы можете оценить свой стиль делового общения. Вам предложено 80 утверждений. Из каждой пары выберите одно — то, которое, как вы считаете, наиболее соответствует вашему поведению. Обратите внимание па то, что ни одна пара не должна быть пропущена. Тест построен таким образом, что ни одно из приведенных ниже утверждений не является ошибочным.

1. Я люблю действовать.
2. Я работаю над решением проблем систематическим образом.
3. Я считаю, что работа в командах более эффективна, чем на индивидуальной основе.
4. Мне очень нравятся различные нововведения.
5. Я больше интересуюсь будущим, чем прошлым.
6. Я очень люблю работать с людьми.
7. Я люблю принимать участие в хорошо организованных встречах.
8. Для меня очень важными являются окончательные сроки.

9. Я против откладываний и проволочек.
10. Я считаю, что новые идеи должны быть проверены прежде, чем они будут применяться на практике.
11. Я очень люблю взаимодействовать с другими людьми. Это меня стимулирует и вдохновляет.
12. Я всегда стараюсь искать новые возможности.
13. Я сам люблю устанавливать цели, планы и т.п.
14. Если я что-либо начинаю, то доделываю это до конца.
15. Обычно и стараюсь понять эмоциональные реакции других.
16. Я создаю проблемы другим людям.
17. Я надеюсь получить реакцию других на свое поведение.
18. Я нахожу, что действия, основанные на принципе «шаг за шагом», являются очень эффективными.
19. Я думаю, что хорошо могу понимать поведение и мысли других.
20. Я люблю творческое решение проблем.
21. Я все время строю планы на будущее.
22. Я восприимчив к нуждам других.
23. Хорошее планирование — ключ к успеху.
24. Меня раздражает слишком подробный анализ.
25. Я остаюсь невозмутимым, если на меня оказывают давление.
26. Я очень ценю опыт.
27. Я прислушиваюсь к мнению других.
28. Говорят, что я быстро соображаю.
29. Сотрудничество является для меня ключевым словом.
30. Я использую логические методы для анализа альтернатив.
31. Я люблю, когда одновременно у меня идут разные проекты.
32. Я постоянно задаю себе вопросы.
33. Делая что-либо, я тем самым учусь.
34. Полагаю, что я руководствуюсь рассудком, а не эмоциями.
35. Я могу предсказать, как другие будут вести себя в той или иной ситуации.
36. Я не люблю вдаваться в детали.
37. Анализ всегда должен предшествовать действиям.
38. Я способен оценить климат в группе.
39. У меня есть склонность не заканчивать начатые дела.
40. Я воспринимаю себя как решительного человека.
41. Я ищу такие дела, которые бросают мне вызов.
42. Я основываю свои действия на наблюдениях и фактах.
43. Я могу открыто выразить свои чувства.
44. Я люблю формулировать и определять контуры новых проектов.
45. Я очень люблю читать.
46. Я воспринимаю себя как человека, способного интенсифицировать, организовать деятельность других.
47. Я не люблю заниматься одновременно несколькими вопросами.
48. Я люблю достигать поставленных целей.
49. Мне нравится узнавать что-либо о других людях.
50. Я люблю разнообразие.
51. Факты говорят сами за себя.
52. Я использую свое воображение, насколько это возможно.
53. Меня раздражает длительная, кропотливая работа.
54. Мой мозг никогда не перестает работать.
55. Важному решению предшествует подготовительная работа.
56. Я глубоко уверен в том, что люди нуждаются друг в друге, чтобы завершить работу.

57. Я обычно принимаю решение, особо не задумываясь.
58. Эмоции только создают проблемы.
59. Я люблю быть таким же, как другие.
60. Я не могу быстро прибавить пятнадцать к семнадцати.
61. Я примеряю свои новые идеи к людям.
62. Я верю в научный подход.
63. Я люблю, когда дело сделано.
64. Хорошие отношения необходимы.
65. Я импульсивен.
66. Я нормально воспринимаю различия в людях.
67. Общение с другими людьми значимо само по себе.
68. Люблю, когда меня интеллектуально стимулируют.
69. Я люблю организовывать что-либо.
70. Я часто перескакиваю с одного дела на другое.
71. Общение и работа совместно с другими людьми являются творческим процессом.
72. Самоактуализация является крайне важной для меня.
73. Мне очень нравится играть идеями.
74. Я не люблю попусту терять время.
75. Я люблю делать то, что у меня получается.
76. Взаимодействуя с другими, я учусь.
77. Абстракции интересны для меня.
78. Мне нравятся детали.
79. Я люблю кратко подвести итоги, прежде чем прийти к какому-либо умозаключению.
80. Я достаточно уверен в себе.

#### *Обработка результатов.*

Обведите те номера, на которые вы ответили положительно, и отметьте их в приведенной ниже таблице. Посчитайте количество баллов по каждому стилю (один положительный ответ равен 1 баллу). Тот стиль, по которому вы набрали наибольшее количество баллов (по одному стилю не может быть более 20 баллов), наиболее предпочтителен для вас. Если вы набрали одинаковое количество баллов по двум стилям, значит, они оба присущи вам.

#### *Ключ*

*Стиль 1:* 1, 8, 9, 13, 17, 24, 26, 31, 33, 40, 41, 48, 50, 53, 57, 63, 65, 70, 74, 79.

*Стиль 2:* 2, 7, 10, 14, 18, 23, 25, 30, 34, 37, 42, 47, 51, 55, 58, 62, 66, 69, 75, 78.

*Стиль 3:* 3, 6, 11, 15, 19, 22, 27, 29, 35, 38, 43, 46, 49, 56, 59, 64, 67, 71, 76, 80.

*Стиль 4:* 4, 5, 12, 16, 20, 21, 28, 32, 36, 39, 44, 45, 52, 54, 60, 61, 68, 72, 73, 77.

#### *Интерпретация результатов*

*Стиль 1* — ориентация на действие. Характерно обсуждение результатов, конкретных вопросов, поведения, ответственности, опыта, достижений, решений. Люди, владеющие этим стилем, прагматичны, прямолинейны, решительны, легко переключаются с одного вопроса на другой.

*Стиль 2* — ориентация на процесс. Характерно обсуждение фактов, процедурных вопросов, планирования, организации, контролирования, деталей. Человек, владеющий этим стилем, ориентирован на систематичность, последовательность, тщательность. Он честен, многословен и мало эмоционален.

*Стиль 3* ориентация на людей. Характерно обсуждение человеческих нужд, мотивов, чувств, «духа работы в команде», понимания, сотрудничества. Люди этого стиля эмоциональны, чувствительны, умеют сопереживать окружающим.

*Стиль 4* — ориентация на перспективу, на будущее. Людям этого стиля присуще обсуждение концепций, больших планов, нововведений, различных вопросов, новых методов, альтернатив. Они обладают хорошим воображением, полны идей, но мало реалистичны и порой их сложно понять.



Задания:

- а) На основе самодиагностики определите стиль делового общения
- б) Дайте обоснование рекомендаций по совершенствованию делового общения.

## ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТА

### Общая характеристика реферата

Написание реферата практикуется в учебном процессе в целях приобретения магистрантом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью реферата магистрант может глубже постигать наиболее сложные проблемы дисциплины, учиться лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда.

Реферат является первой ступенью на пути освоения навыков проведения научно-исследовательской работы. В «Толковом словаре русского языка» дается следующее определение: «**реферат** – краткое изложение содержания книги, статьи, исследования, а также доклад с таким изложением».

Различают два вида реферата:

- *репродуктивный* – воспроизводит содержание первичного текста в форме реферата-конспекта или реферата-резюме. В реферате-конспекте содержится фактическая информация в обобщённом виде, иллюстрированный материал, различные сведения о методах исследования, результатах исследования и возможностях их применения. В реферате-резюме содержатся только основные положения данной темы;

- *продуктивный* – содержит творческое или критическое осмысление реферируемого источника и оформляются в форме реферата-доклада или реферата-обзора. В реферате-докладе, наряду с анализом информации первоисточника, дается объективная оценка проблемы, и он имеет развёрнутый характер. Реферат-обзор составляется на основе нескольких источников и в нем сопоставляются различные точки зрения по исследуемой проблеме.

Магистрант для изложения материала должен выбрать продуктивный вид реферата.

### Выбор темы реферата

Магистранту предоставляется право выбора темы реферата из рекомендованного преподавателем дисциплины списка. Выбор темы должен быть осознанным и обоснованным с точки зрения познавательных интересов автора, а также полноты освещения темы в имеющейся научной литературе.

Если интересующая тема отсутствует в рекомендованном списке, то по согласованию с преподавателем магистранту предоставляется право самостоятельно предложить тему реферата, раскрывающую содержание изучаемой дисциплины. Тема не должна быть слишком общей и глобальной, так как небольшой объем работы (до 20-25 страниц без учёта приложений) не позволит раскрыть ее.

Начинать знакомство с избранной темой лучше всего с чтения обобщающих работ по данной проблеме, постепенно переходя к

узкоспециальной литературе. При этом следует сразу же составлять библиографические выходные данные используемых источников (автор, название, место и год издания, издательство, страницы).

На основе анализа прочитанного и просмотренного материала по данной теме следует составить тезисы по основным смысловым блокам, с пометками, собственными суждениями и оценками. Предварительно подобранный в литературных источниках материал может превышать необходимый объем реферата.

### **Формулирование цели и составление плана реферата**

Выбрав тему реферата и изучив литературу, необходимо сформулировать цель работы и составить план реферата.

**Цель** – это осознаваемый образ предвосхищаемого результата. Возможно, формулировка цели в ходе работы будет меняться, но изначально следует ее обозначить, чтобы ориентироваться на нее в ходе исследования. Формулирование цели реферата рекомендуется осуществлять при помощи глаголов: исследовать, изучить, проанализировать, систематизировать, осветить, изложить (представления, сведения), создать, рассмотреть, обобщить и т. д.

Определяясь с целью дальнейшей работы, параллельно необходимо думать над составлением плана, при этом четко соотносить цель и план работы. Правильно построенный план помогает систематизировать материал и обеспечить последовательность его изложения.

Наиболее традиционной является следующая **структура реферата**:

Титульный лист.

Оглавление (план, содержание).

Введение.

1. (полное наименование главы).

1.1. (полное название параграфа, пункта);

1.2. (полное название параграфа, пункта).      Основная часть

2. (полное наименование главы).

2.1. (полное название параграфа, пункта);

2.2. (полное название параграфа, пункта).

Заключение (выводы).

Библиография (список использованной литературы).

Приложения (по усмотрению автора).

**Титульный лист** оформляется в соответствии с Приложением.

**Оглавление** (план, содержание) включает названия всех глав и параграфов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие их начало в тексте реферата.

**Введение.** В этой части реферата обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цель и задачи работы, указываются используемые материалы и дается их краткая характеристика с точки зрения

полноты освещения избранной темы. Объем введения не должен превышать 1-1,5 страницы.

**Основная часть** реферата может быть представлена двумя или тремя главами, которые могут включать 2-3 параграфа (пункта).

Здесь достаточно полно и логично излагаются главные положения в используемых источниках, раскрываются все пункты плана с сохранением связи между ними и последовательности перехода от одного к другому.

Автор должен следить за тем, чтобы изложение материала точно соответствовало цели и названию главы (параграфа). Материал в реферате рекомендуется излагать своими словами, не допуская дословного переписывания из литературных источников. В тексте обязательны ссылки на первоисточники, т. е. на тех авторов, у которых взят данный материал в виде мысли, идеи, вывода, числовых данных, таблиц, графиков, иллюстраций и пр.

Работа должна быть написана грамотным литературным языком. Сокращение слов в тексте не допускается, кроме общеизвестных сокращений и аббревиатуры. Каждый раздел рекомендуется заканчивать кратким выводом.

**Заключение** (выводы). В этой части обобщается изложенный в основной части материал, формулируются общие выводы, указывается, что нового лично для себя вынес автор реферата из работы над ним. Выводы делаются с учетом опубликованных в литературе различных точек зрения по проблеме рассматриваемой в реферате, сопоставления их и личного мнения автора реферата. Заключение по объему не должно превышать 1,5-2 страниц.

**Библиография** (список использованной литературы) – здесь указывается реально использованная для написания реферата литература, периодические издания и электронные источники информации. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

**Приложения** могут включать графики, таблицы, расчеты.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

### Общие требования к оформлению реферата

Рефераты по дисциплинам магистратуры направления подготовки 38.04.02 – «Менеджмент», как правило, требуют изучения и анализа значительного объема статистического материала, формул, графиков и т. п. В силу этого особое значение приобретает правильное оформление результатов проделанной работы.

Текст реферата должен быть подготовлен в печатном виде. Исправления и пометки 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, междустрочный интервал 1,5.

Рекомендуемый объем реферата – не менее 20 страниц. Титульный лист реферата оформляется магистрантом по образцу, данному в приложении 1.

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

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

### **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».

### **Формулы**

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

Формулы, приводимые в реферате, 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 (реферата) или главы. В пределах реферата используют нумерацию формул одинарную, в пределах главы – двойную. 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).

### Иллюстрации

Иллюстрации позволяют наглядно представить явление или предмет такими, какими мы их зрительно воспринимаем, но без лишних деталей и подробностей.

Основными видами иллюстраций являются схемы, диаграммы и графики.

**Схема** – это изображение, передающее обычно с помощью условных обозначений и без соблюдения масштаба основную идею какого-либо устройства, предмета, сооружения или процесса и показывающее взаимосвязь их главных элементов.

**Диаграмма** – один из способов изображения зависимости между величинами. Наибольшее распространение получили линейные, столбиковые и секторные диаграммы.

Для построения линейных диаграмм используется координатное поле. По горизонтальной оси в изображенном масштабе откладывается время или факториальные признаки, на вертикальной – показатели на определенный момент (период) времени или размеры результативного независимого признака. Вершины ординат соединяются отрезками – в результате получается ломаная линия.

На столбиковых диаграммах данные изображаются в виде прямоугольников (столбиков) одинаковой ширины, расположенных вертикально или горизонтально. Длина (высота) прямоугольников пропорциональна изображенным ими величинам.

Секторная диаграмма представляет собой круг, разделенный на секторы, величины которых пропорциональны величинам частей изображаемого явления.

**График** – это результат обработки числовых данных. Он представляет собой условные изображения величин и их соотношений через геометрические фигуры, точки и линии.

Количество иллюстраций в работе должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста.

Иллюстрации обозначаются словом «Рис.» и располагаются после первой ссылки на них в тексте так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации должны иметь номер и наименование, расположенные по центру, под ней. Иллюстрации нумеруются в пределах главы арабскими цифрами, например: «Рис. 1.1» (первый рисунок первой главы). Ссылки на иллюстрации в тексте реферата приводят с указанием их порядкового номера, например: «...на рис. 1.1».

При необходимости иллюстрации снабжаются поясняющими данными (подрисуночный текст).

### **Приложения**

Приложение – это часть основного текста, которая имеет дополнительное (обычно справочное) значение, но, тем не менее, необходима для более полного освещения темы. По форме они могут представлять собой текст, таблицы, графики, карты. В приложении помещают вспомогательные материалы по рассматриваемой теме: инструкции, методики, положения, результаты промежуточных расчетов, типовые проекты, имеющие значительный объем, затрудняющий чтение и целостное восприятие текста. В этом случае в тексте приводятся основные выводы (результаты) и делается ссылка на приложение, содержащее соответствующую информацию. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы. В правом верхнем углу листа пишут слово «Приложение» и указывают номер приложения. Если в реферате больше одного приложения, их нумеруют последовательно арабскими цифрами, например: «Приложение 1», «Приложение 2» и т. д.

Каждое приложение должно иметь заголовок, который помещают ниже слова «Приложение» над текстом приложения, по центру.

При ссылке на приложение в тексте реферата пишут сокращенно строчными буквами «прил.» и указывают номер приложения, например: «...в прил. 1».

Приложения оформляются как продолжение текстовой части реферата со сквозной нумерацией листов. Число страниц в приложении не лимитируется и не включается в общий объем страниц реферата.

### **Библиографический список**

Библиографический список должен содержать перечень и описание только тех источников, которые были использованы при написании реферата.

В библиографическом 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, 2009. 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.

**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.

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ РЕФЕРАТА**

Необходимо заранее подготовить тезисы выступления (план-конспект).

Порядок защиты реферата.

1. Краткое сообщение, характеризующее цель и задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.
2. Ответы магистранта на вопросы преподавателя.
3. Отзыв руководителя-консультанта о ходе выполнения работы.

#### **Советы магистранту:**

•Готовясь к защите реферата, 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).

### ТЕМЫ РЕФЕРАТА

1. Общение как социально-психологическая категория.
2. Коммуникативная культура в деловом общении.
3. Условия общения и причины коммуникативных неудач.
4. Роль невербальных компонентов в речевом общении.
5. Речевой этикет, его основные функции и правила.
6. Причины отступлений от норм в речи, типы речевых ошибок, пути их устранения и предупреждения.
7. Деловая беседа (цели, задачи, виды, структура).
8. Особенности телефонного разговора.
9. Новые тенденции в практике русского делового письма.
10. Культура дискусивно-полемиической речи. Виды споров, приемы и уловки в споре
11. Основные правила эффективного общения.
12. Личность как субъект общения. Коммуникативная компетентность личности.
13. Конфликтное поведение и причины его возникновения в деструктивном взаимодействии.
14. Деловое общение и управление им.
15. Отношения сотрудничества и конфликта в представлениях российских работников.
16. Реформы в России и проблемы общения молодого поколения и работодателей.
17. Культура речи в деловом общении.
18. Содержание закона конгруэнтности и его роль в деловом общении.
19. Этика использования средств выразительности деловой речи.
20. Особенности речевого поведения.
21. Культура устной и письменной речи делового человека в современной России.
22. Вербальные конфликтогены в практике современного российского общества.
23. Этические нормы телефонного разговора.
24. Основные тенденции развития Российской деловой культуры.
25. Характеристика манипуляций в общении.

26. Приемы, стимулирующие общение и создание доверительных отношений.
27. Правила подготовки публичного выступления.
28. Правила подготовки и проведения деловой беседы.
29. Типология конфликтных личностей и способы общения с ними.
30. Этикет и имидж делового человека.

## ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к зачету по дисциплине «Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности» 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 «Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности».

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.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-методическому  
комплексу С.А. Упоров



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

### ФТД.03 ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ

Направление подготовки

**20.03.01 Техносферная безопасность**

Направленность (профиль)

**Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности**

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Одобрены на заседании кафедры

Рассмотрены методической комиссией

Управления персоналом  
(название кафедры)  
Зав.кафедрой Ветош  
(подпись)  
Ветошкина Т.А.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 1 от 16.09.2021  
(Дата)

Горно-технологического факультета  
(название факультета)  
Председатель Н.В.  
(подпись)  
Колчина Н.В.  
(Фамилия И. О.)  
Протокол № 2 от 08.10.2021  
(Дата)

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2 Методические указания по подготовке к опросу	9
3 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4 Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
Заключение	17
Список использованных источников	18

## 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, 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 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>1</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-ориентированным 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.

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.

---

<sup>1</sup> Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливаются заранее и предлагают 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 групповой и индивидуальной. 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.

## 2. 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 изучать 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>2</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. Своевременности 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).

---

<sup>2</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)

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)<sup>3</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>3</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)

### 3. 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.



#### 4. 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.).

## 5. 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 попадет 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 и 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 для *HR*;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.
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: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. 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)