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 ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

по дисциплине

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)
Экспе*ртиза и аудит промышленной и пожарной безопасности*

квалификация выпускника: **бакалавр**

Авторы: Мочалова Л.А., доцент, д.э.н.; Комарова О.Г.

Одобрено на заседании кафедры

Экономики и менеджмента
(название кафедры)

Зав. ка

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 00899356C7B3E7194321D0149160B2398C
Владелец: Зубов Владимир Владимирович
Действителен: с 25.03.2024 до 25.03.2025

(подпись)

Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 04.10.2023
(Дата)

Рассмотрено методической комиссией

Инженерно-экономического факультета
(название факультета)

Председатель

(подпись)

Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ…….……..…….5

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ…….18

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ……..…29

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА……..…….……32

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ……36

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ……38

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ……...…….88

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ……89

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……..104

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 специалиста 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.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

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

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

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «Экономические аспекты 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 *экзамена.*

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

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Экономические аспекты профессиональной деятельности» являются:

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

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

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ В ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ

1.1. Экономическая теория: предмет и метод, основные этапы развития

1. Дайте определение понятию «экономика».
2. Что изучает экономическая теория? Охарактеризуйте различные подходы к предмету экономической теории.
3. Назовите основные отличия между макро- и микроэкономикой. В чем проявляется их взаимосвязь?
6. Перечислите и охарактеризуйте функции экономической теории.
7. Какова взаимосвязь между экономическими фактами, теорией и государственной экономической политикой?
8. Охарактеризуйте методы экономической теории.
9. Дайте определение экономическим категориям и законам. Какое значение они имеют с точки зрения познания экономической действительности? Претерпевают ли они изменения в историческом аспекте?
10. В чем заключается сущность меркантилисткой концепции? Каковы основные цели, рекомендации, положения школы?
11. Что такое физиократизм, каковы его основные идеи?
12. В чем заключается сущность концепции А. Смита об «экономическом человеке» и «невидимой руке»?
13. В чем заключаются характерные особенности классической политической экономии, раскройте ее роль и значение.
14. Каковы исторические предпосылки возникновения марксизма?
15. Что такое маржинальная революция и каковы основные положения маржиналистов?
16. Обрисуйте основные особенности институционального направления в экономической науке.
17. В чем отличие концепции, выдвинутой Дж. М. Кейнсом, от неоклассической теории?
18. Что такое чикагский монетаризм? Охарактеризуйте его основные положения.
19. Охарактеризуйте понятие «потребность». На какие группы делятся потребности экономических субъектов?
20. Что такое «благо»? Охарактеризуйте виды благ, приведите примеры.
21. Кто такие экономические субъекты (агенты)? Охарактеризуйте их функции в экономическом кругообороте.
22. Изобразите простую модель экономического кругооборота. Назовите факторы, которые не учитываются в данной модели.
23. Каково предназначение экономических ресурсов?
24. Какие вы знаете факторы производства?
25. Сформулируйте сущность основной проблемы экономической теории.
26. Почему кривая производственных возможностей имеет выпуклый вид по отношению к началу координат? Что означала бы прямая, а не выпуклая линия производственных возможностей?
27. Какой вид хозяйствования является эффективным, а какой неэффективным? Приведите конкретные примеры.
28. Дайте определение понятию «экономические интересы». Охарактеризуйте проблему упорядочения личных, коллективных и общественных интересов.

1.2. Сущность и типы экономических систем. Отношения собственности

1. Дайте определение понятию «экономическая система».

2. Охарактеризуйте способы координации выбора, реализуемого экономическими субъектами, которые осуществляют деятельность в определенной экономической системе.

3. Что собой представляют издержки эксплуатации экономической системы? Назовите их виды. Проведите аналогию между данными издержками в экономике и трением в физике.

4. Назовите основные элементы экономической системы с точки зрения формационного подхода, объясните их экономическую сущность и охарактеризуйте взаимосвязи между ними.

5. Что следует понимать под термином «воспроизводство»? Охарактеризуйте виды воспроизводства.

6. Объясните значимость каждой стадии воспроизводственного цикла: производства, распределения, обмена и потребления. В чем проявляется диалектическая связь производства и потребления?

7. Дайте определение понятию «собственность». Охарактеризуйте объективную и субъективную стороны отношений собственности.

8. Имеется ли разница между содержанием терминов «право собственности» и «отношения собственности»?

9. Чем различаются владение, распоряжение, пользование объектом собственности? Кто является полным собственником, а кто – частичным?

10. Назовите достоинства и недостатки частной и государственной форм собственности. Охарактеризуйте их разновидности.

11. Назовите основные критерии отличия традиционной, администра-тивно-командной и рыночной экономики. Каким образом в каждой из перечисленных экономических систем происходит решение трех основных вопросов экономики: ЧТО, КАК и ДЛЯ КОГО производить?

12. Что следует понимать под такой системой хозяйства как смешанная экономика? Охарактеризуйте известные вам национальные модели смешанной экономики (например, американскую, шведскую, японскую, южнокорейскую, российскую).

13. Что такое переходная экономика?

14. Охарактеризуйте типы переходной экономики.

15. Каковы цели и задачи переходной экономики в России в 90-е годы XX в.?

16. Каковы достоинства и недостатки административно-командной системы?

1.3. Общая характеристика рыночной системы хозяйствования

1. Дайте определение рынку. Назовите основополагающие предпосылки и условия его формирования и развития.

2. Что собой представляет процесс разделения труда? Назовите его виды и формы проявления. С чем связано то, что с расширением и углублением разделения труда одновременно развертывается процесс его обобществления?

3. Охарактеризуйте сущность общественного разделения труда и специализации, которые являются важнейшими условиями возникновения рынка.

4. Что собой представляет товарное производство?

5. Чем отличаются друг от друга понятия «благо» и «товар»? Как можно объяснить то, что не всякое благо, имеющее потребительскую ценность, является товаром?

6. Что собой представляет меновая стоимость товара? Охарактеризуйте подходы к ее определению.

7. Чем отличаются друг от друга формы простого товарного обмена и товарного обращения?

8. Почему для развития рынка важна экономическая обособленность, или хозяйственная автономия, рыночных субъектов?

9. Каким образом свободный обмен экономическими ресурсами способствует повышению эффективности рыночной экономики?

10. Охарактеризуйте основные элементы рынка (цена, спрос, предложение, конкуренция).

11. Что означает понятие «невидимая рука рынка»?

12. Назовите различные виды рынка в соответствии с различными классификационными признаками.

13. Охарактеризуйте достоинства рыночной экономики по сравнению с другими экономическими системами.

14. Назовите проблемы, которые рынок не может решить? Каковы причины его несостоятельности?

15. Необходимо ли вмешательство государства в рыночную экономику? Если да, то в чем оно должно заключаться?

16. Что собой представляет инфраструктура рынка? Каково ее предназначение? Назовите элементы инфраструктуры современного рынка.

17. Охарактеризуйте направления и задачи преобразования административно-командной системы в рыночную.

18. Объясните экономическую роль приватизации в переходной экономике.

19. Назовите цели, способы и этапы приватизации в России.

20. Объясните смысл следующего утверждения: «Зачастую то, что является оптимальным с позиции рынка, является социально неприемлемым».

21. Что собой представляет социальная политика государства? Каковы ее основные направления и формы реализации?

22. Какая форма социальной политики государства экономически более приемлема: активная или пассивная? Поясните свой ответ.

23. Что такое социальная справедливость? Существуют ли противоречия между понятиями «распределение доходов» и «социальная справедливость» в условиях рыночной и административно-командной экономики? Если да, то какие?

24. Охарактеризуйте термин «благосостояние». Каковы его экономический и этический аспекты?

25. Проанализируйте следующее утверждение американского экономиста П. Хейне: «Поскольку в действительности доход не распределяется, он, по существу, не может и перераспределяться… Самое большое, что может сделать государство, – это изменить правила игры в надежде обеспечить более желанный результат». Ответьте, почему же мы продолжаем использовать выражение «государственная политика перераспределения доходов»?

26. Проклассифицируйте доходы по различным признакам.

27. Охарактеризуйте различные концепции справедливого распределения доходов, указав их достоинства и недостатки.

28. В чем заключается отличие функционального и персонального распределений доходов?

29. Как изменит конфигурацию кривой Лоренца социальная политика государства, направленная на увеличение трансфертов для малообеспеченных семей и повышение ставок налогообложения доходов наиболее обеспеченной доли населения?

30. Согласны ли вы со следующим утверждением: «Чем ниже коэффициент Джини, тем в большей степени мы можем утверждать, что распределение доходов осуществляется в условиях совершенной конкуренции»? Аргументируйте свой ответ.

Раздел 2. ОСНОВЫ МИКРОЭКОНОМИКИ

2.1. Спрос и предложение. Формирование рыночной цены

1. Дайте определение понятиям «спрос» и «объем спроса».

2. Используя термин «платежеспособный спрос», поясните, чем отличаются друг от друга такие экономические категории, как «производитель» и «продавец», «потребитель» и «покупатель».

3. Сформулируйте закон спроса и назовите исключения из него.

4. Перечислите неценовые факторы, влияющие на объем спроса.

5. Чем отличается движение по кривой и сдвиг кривой спроса?

6. Дайте определение понятиям «предложение» и «объем предложения».

7. Сформулируйте закон предложения. Поясните, почему кривая предложения является восходящей.

8. Назовите неценовые факторы, влияющие на объем предложения.

9. Охарактеризуйте подходы Л. Вальраса и А. Маршалла к установлению рыночного равновесия. Объясните различия между ними.

10. Что означает двойное и множественное рыночное равновесие?

11. Назовите случаи отсутствия рыночного равновесия в статичной модели.

12. В чём заключается отличие между статичной и динамической моделями рыночного равновесия?

2.2. Теория потребительского выбора

1. Сформулируйте три объяснения закона спроса.

2. Дайте определение понятию «полезность». В каких единицах измеряется полезность?

3. Что вы понимаете под термином «предельная полезность»?

4. Какова динамика предельной полезности по мере увеличения количества потребляемого блага?

5. Может ли предельная полезность принимать отрицательное значение?

6. Чем, по-вашему, объясняется сходство кривой предельной полезности и кривой рыночного спроса (обе имеют отрицательный наклон)? Может ли кривая спроса иметь положительный наклон?

7. На основании различия понятий «общая» и «предельная полезность» объясните «парадокс Смита»: почему вода, столь полезная для человека, стоит так дешево, а алмаз, чья польза намного меньше для удовлетворения жизненных потребностей, стоит так дорого?

8. Объясните следующее утверждение. «Не потому дорог бензин, что высоки затраты на добычу нефти, а, наоборот, из-за высокой ценности для автомобилистов бензина будут высоки и затраты на добычу нефти».

9. Охарактеризуйте закон убывающей предельной полезности. Как может быть использован данный закон при объяснении потребительского поведения?

10. Сформулируйте правило максимизации общей полезности.

11. Охарактеризуйте смысл эффектов дохода и замещения. В каком случае они объясняют действие закона спроса.

12. Что собой представляют товары Гиффена?

13. Какие эффекты взаимного влияния потребителей Вы знаете?

14. Что собой представляет излишек потребителя? Каких видов он бывает и как рассчитывается?

2.3. Производство экономических благ. Издержки и прибыль предприятия

1. Охарактеризуйте сущность деятельности предприятия.

2. Назовите виды предприятий в соответствии с различными классификационными признаками.

3. Почему, по Вашему мнению, предприятия объединяются? Какие формы объединения предприятий Вы знаете?

4. Каково предназначение производственной функции? Претерпевает ли она изменение при совершенствовании технологии производства?

5. Свяжите между собой понятия «масштаб производства» и «предельная производительность фактора». Что такое постоянная, возрастающая и убывающая отдача от масштаба?

6. Сформулируйте правило использования факторов производства.

7. Что собой представляет изокванта? Назовите и поясните свойства изокванты. Каких видов она бывает?

8. Какие издержки производства являются внешними (явными), а какие - внутренними (неявными)? Приведите примеры.

9. Охарактеризуйте различия между следующими понятиями: «бухгалтерская прибыль», «экономическая прибыль», «нормальная прибыль».

10. Если предприятие имеет нулевой объем производства, то будет ли оно иметь определенные затраты; если да, то какие?

11. На чем основано деление издержек производства на постоянные и переменные?

12. Объясните, почему равенство предельного дохода и предельных издержек является условием максимальной прибыли (минимальных убытков).

13. Объясните экономический смысл излишка производителя. Каких видов он бывает и как рассчитывается?

2.4. Предприятие в условиях совершенной и несовершенной конкуренции

1. Что следует понимать под рыночной структурой? Какие типы рыночных структур Вы знаете? В чем заключаются их особенности?

2. Что собой представляет модель предприятия? С какой целью она используется?

3. Назовите основные черты такой рыночной структуры, как совершенная (чистая) конкуренция.

4. Ответьте, почему предприятие, функционирующее в условиях совершенной конкуренции, называют «ценополучателем»?

5. Какую форму имеет кривая спроса на продукцию конкурентного предприятия?

6. Чем определяется угол наклона кривой общей выручки конкурентного предприятия? При каких условиях линия будет более крутой или более пологой (пунктирные линии)?

7. Может ли конкурентное предприятие влиять на величину своей общей выручки? Если да, то таким образом? Если нет, то почему?

8. Охарактеризуйте сущность чистой монополии. Есть ли реальные возможности существования данной рыночной структуры?

9. Зачем предприятие-монополист прибегает к снижению цен, ведь оно должно быть заинтересовано в максимально высокой цене?

10. Какие бывают входные барьеры для вступления в отрасль?

11. Почему в условиях чистой монополии кривая спроса и кривая предельного дохода не совпадают?

12. Что такое ценовая дискриминация? Назовите ее виды.

13. Назовите типичные черты олигополистического рынка. Приведите конкретные примеры олигополий.

14. Охарактеризуйте модели ценового поведения олигополистов.

15. На чем основана рыночная власть у предприятий – монополистических конкурентов: ведь их объемы производства и продаж, как правило, очень малы?

16. Охарактеризуйте ситуации равновесия монополистического конкурента в краткосрочном и долгосрочном периодах.

17. Дайте понятие дифференциации продукции. Назовите ее формы.

18. В чем проявляется влияние монополизма (несовершенной конкуренции) на интересы потребителей и интересы общества в целом?

19. Назовите основные направления антимонопольной политики государства.

2.5. Рынки факторов производства

1. Отметьте особенности рынков факторов производства по сравнению с рынками готовой продукции?
2. Кем и чем определяются спрос и предложение природных ресурсов на рынке?
3. В чем заключаются особенности труда по сравнению с другими факторами производства?
4. От чего зависит эластичность спроса на труд?
5. Почему формы кривых предложения одного работника и рыночного предложения труда неодинаковы?
6. Объясните экономическую сущность заработной платы. Что такое ставка заработной платы? Какие факторы лежат в основе дифференциации ставок заработной платы?
7. В чем главное отличие капитала от прочих факторов производства?
8. В чем разница между физическим и финансовым капиталом?
9. Объясните сущность амортизации. Почему амортизационные отчисления относятся к экономическим издержкам?
10. Назовите три сегмента рынка капиталов. Что является ценой на данных сегментах рынка? Кто обеспечивает на них спрос и предложение?
11. Почему при принятии инвестиционных решений необходимо учитывать рыночную ставку процента? Объясните сущность процедуры дисконтирования при инвестировании.
12. В чем заключается специфика рынка природных ресурсов?
13. Объясните сущность экономической ренты.
14. Каковы причины возникновения дифференциальной ренты? Как определяется цена природного ресурса?
15. Охарактеризуйте сущность предпринимательства.
16. В чем заключаются особенности различных видов предпринимательства?
17. Какими специфическими чертами обладает предпринимательство как фактор производства, которые выделяют его из всего комплекса факторов производства?
18. Зависят ли способности к предпринимательству от следующих факторов: а) образования; б) национальности; в) климата, в условиях которого живет человек; г) наследственности; д) социально-общественного устройства страны?
19. Какие функции по отношению к предпринимательству выполняет прибыль? Охарактеризуйте факторы экономической прибыли.
20. Предпринимательство связано с риском. Ответьте, с чем конкретно связан этот риск и какие существуют способы по его снижению.
21. Что такое юридическое лицо? Каковы признаки предприятия как юридического лица?
22. В чем заключается смысл существования предприятия в соответствии с технологическим и институциональным подходами?
23. Назовите достоинства и недостатки следующих форм предпринимательства: а) индивидуального предприятия; б) партнерства (хозяйственного товарищества); в) корпорации (хозяйственного общества). Можно ли назвать одну из данных форм наиболее оптимальной для ведения бизнеса?
24. Выделите основные особенности организационно-правовых форм предпринимательской деятельности в России.
25. Чем отличаются цели создания коммерческих и некоммерческих организаций?
26. Объясните роль малых, средних и крупных предприятий в экономике. Каково распределение функций между ними с точки зрения развития экономики?

27. Опишите порядок создания и регистрации нового предприятия в России? Какие трудности в данном случае могут возникнуть? Какие ресурсы необходимы?

28. Охарактеризуйте понятие «банкротство». Какова процедура банкротства предприятий в России? Что такое санация? Что включают в себя мероприятия по санации предприятия?

29. Дайте определение терминам «управление» и «менеджмент».

30. Назовите функции, уровни и основные элементы менеджмента на предприятии.

Объясните смысл следующих понятий: диверсификация производства, концентрация производства, централизация производства?

Раздел 3. ОСНОВЫ МАКРОЭКОНОМИКИ

3.1. Национальная экономика: цели и результаты развития

1. Дайте определение макроэкономики. В чем специфика объекта её изучения?
2. Как можно объяснить возникновение макроэкономики в 1930-х гг. XX века? Какое событие в это время вызвало к ней особый интерес?
3. Назовите основные макроэкономические цели. С помощью каких инструментов макроэкономической политики они достижимы?
4. Что такое макроэкономическая модель? Насколько детально макроэкономическая модель должна отражать реальность?
5. Объясните сущность следующих терминов: эндогенные переменные, экзогенные переменные; переменные потока, переменные запаса.
6. Опишите секторальную структуру национальной экономики.
7. Что собой представляют модели закрытой и открытой экономики?
8. Назовите основные формы результатов функционирования национальной экономики. В чем заключаются их особенности?
9. Дайте определение понятию «национальное богатство». Что является источником его возникновения?
10. Назовите основные макроэкономические показатели системы национальных счетов. Покажите взаимосвязь между ними.
11. Кто такие «резиденты» и «нерезиденты» страны?
12. Охарактеризуйте методы расчета валового внутреннего продукта.Почему при его расчете учитывается стоимость только конечной продукции?
13. Объясните смысл показателя «национальный доход» и опишите методику его расчета.
14. Поясните отличие личного дохода от личного располагаемого дохода.
15. В чем заключается проблема полноты учета всего совокупного общественного продукта в составе валового внутреннего продукта. Каким образом она решается?
16. Что собой представляет теневая (ненаблюдаемая) экономика и как можно учесть ее продукцию при расчете совокупного общественного продукта?
17. В чем различие между номинальным и реальным ВВП?
18. Какие индексы цен вы знаете? Опишите методику их расчета.
19. Охарактеризуйте отраслевую структуру национальной экономики.
20. Что собой представляет межотраслевой баланс? Каким образом и с какой целью он составляется?

3.2. Макроэкономическое равновесие и макроэкономическая динамика

1.Что собой представляет макроэкономическое равновесие? Охарактеризуйте ситуацию частичного и общего макроэкономического равновесия.

2. Охарактеризуйте взгляды кейнсианцев и классиков к проблеме обеспечения стабильности макроэкономического равновесия.

3.Каковы подходы кейнсианской и классической школ к анализу экономики в краткосрочном и долгосрочном периодах? Дайте определение понятию «гистерезис».

4.Дайте определение совокупному спросу. Назовите его составляющие элементы. Какие факторы вызывают динамику совокупного спроса?

5.Дайте определение совокупному предложению. Какие факторы вызывают динамику совокупного предложения?

6.В чем заключается особенность синтетической кривой предложения?

7.Какие причины могут привести к смещению кривой совокупного предложения?

8. Ситуацию макроэкономического равновесия можно графически проиллюстрировать при помощи следующих моделей: 1) «кейнсианский крест»; 2) модель *AD-AS*. В чем вы видите сходства и различия двух указанных моделей?

9.Согласны ли вы со следующим высказыванием: «Политика, направленная на стимулирование совокупного спроса, всегда ведет к инфляции»?

10. Чем определяется наклон кривой потребления и кривой сбережений?

11. Что такое предельная склонность к потреблению и предельная склонность к сбережению? Как объяснить то, что их сумма равна единице?

12. Что собой представляют инвестиции? Назовите факторы, влияющие на инвестиции.

13. Какая из составных частей совокупных расходов (абстрагируемся от государственных расходов и чистого экспорта) отличается большей нестабильностью – потребительские расходы или инвестиционные расходы? Аргументируйте свой ответ.

14. В чем вы видите разницу между планируемыми и фактическими инвестициями? Почему вообще возникает это расхождение?

15. Что такое инфляционный и дефляционный разрыв?

16. Что означает выражение «автономные инвестиции»? От чего независимы такого рода инвестиции?

17. Объясните действие эффекта мультипликатора автономных расходов. Ответьте, почему увеличение любого из компонентов автономных расходов вызывает рост совокупного дохода на величину, большую, чем сам прирост расходов.

18. Каким образом мультипликатор автономных расходов связан с предельной склонностью к потреблению?

19. Каким образом проявляет себя эффект мультипликатора на различных участках кривой совокупного предложения: а) при ситуации, далекой от состояния полной занятости;б) при состоянии, приближающемся к ситуации полной занятости;в) при состоянии полной занятости?

20. В чем заключается «парадокс бережливости»? Почему он проявляет себя лишь в условиях экономики с неполной занятостью?

21. Что включает в себя понятие «макроэкономическая динамика»?

22. В чем проявляются циклические колебания экономики? С помощью каких показателей можно охарактеризовать экономическую конъюнктуру?

23. В чем отличие экономического цикла от тренда? Изобразите их графически.

24. Охарактеризуйте фазы экономического цикла.

25. Какие вы знаете виды экономических циклов в зависимости от продолжительности? Противоречат ли они друг другу?

26. Охарактеризуйте факторы экономических циклов и соответствующие методологические подходы к их рассмотрению.

27. Приведите примеры нововведений, в различной степени влияющих на экономическую конъюнктуру.

28. Что такое инфляция? Чем отличается инфляция от обычного повышения цен?

29. В чем проявляется подавленная инфляция? В чем вы видите смысл эпитета «подавленная»? Как можно объяснить причины «брежневской» стабильности цен; что стало результатом этого?

30. Каковы проявления открытой инфляции? С помощью каких показателей ее можно измерить и проанализировать?

31. Назовите основные причины инфляции.

32. В чем принципиальное различие между инфляцией спроса и инфляцией издержек? Как бы вы изобразили графически инфляцию спроса и инфляцию издержек с помощью кривых совокупного спроса и совокупного предложения?

33. В чем вы видите различия между умеренной, галопирующей и гиперинфляцией? Каковы критерии их разграничения? Каков критерий гиперинфляции по Кейгену?

34. Что собой представляют инфляционные ожидания? В чем различие концепций адаптивных и рациональных инфляционных ожиданий?

35. Что демонстрирует кривая Филлипса? Как выглядит данная кривая в краткосрочном и долгосрочном периодах?

36. Каковы социально-экономические последствия инфляции?

37. Назовите методы борьбы с инфляцией в соответствии со стадиями инфляционного процесса.

38. Что понимается под экономическим ростом?

39. Назовите основные факторы экономического роста.

40. Чем определяются экстенсивный и интенсивный типы развития экономики различных стран?

41. Назовите показатели экономического роста.

42. В чем суть модели экономического роста Харрода-Домара? Что такое гарантированный и естественный темп прироста?

43. В чем заключается ограниченность модели Харрода-Домара? Каким образом в модели Солоу преодолена ограниченность модели Харрода-Домара?

44. В чем суть золотого правила накопления?

45. Каким образом увеличение темпа роста населения влияет на равновесный экономический рост?

46. Как научно-технический прогресс влияет на равновесный экономический рост? Перечислите виды нейтрального научно-технического прогресса и прокомментируйте их.

47. Назовите меры государства, способствующие росту экономики.

3.3. Деньги, кредит, банки. Кредитно-денежная политика

1. Что такое деньги?
2. Назовите и дайте объяснение функциям денег.
3. Объясните, почему при использовании денег в качестве орудия обмена издержки обращения ниже, чем при использовании бартера.
4. Как влияет инфляция на полезность денег как меры стоимости и средства накопления?
5. Опишите историю появления денег. Охарактеризуйте различные формы денег в соответствии с эволюцией их развития.
6. Каковы преимущества бумажных денег по сравнению с монетами, изготовленными из драгоценных металлов? Каковы преимущества золотых и серебряных монет? Объясните, почему бумажные деньги вытеснили из обращения золотые и серебряные монеты.
7. Охарактеризуйте особенности наличных и безналичных денег.
8. Что собой представляет денежное обращение? Какие основные показатели характеризуют денежное обращение?
9. Представьте структуру денежной массы с учетом ликвидности ее элементов.
10. Сформулируйте закон денежного обращения. Какие факторы влияют на количество денег в обращении?

11. Какой основной фактор определяет: а) спрос на деньги для сделок; б) спрос на деньги как средство накопления?

12. Как определяется равновесная ставка процента на денежном рынке? Какое воздействие на спрос на деньги для сделок и равновесную ставку процента может оказать: а) расширение использования кредитных карточек; б) уменьшение промежутка между выплатами очередной заработной платы рабочим; в) увеличение номинального ВВП?

13. Допустим, что денежный рынок изначально находился в состоянии равновесия, а затем увеличилось предложение денег. Как при этом изменилась равновесная процентная ставка? Какое влияние оказало ее изменение на объем производства, занятости, уровень цен, уровень доходности других финансовых активов? Что произойдет при уменьшении предложения денег?

14. Охарактеризуйте модель одновременного равновесия на рынках благ и денег.

15. Какие факторы являются постоянными, а какие – переменными при построении линий *IS* и *LM*?

16. Что собой представляет кредит? Какие формы кредита вы знаете?

18. Что способствует возникновению предложения и спроса на кредит?

19. Охарактеризуйте структуру современной кредитно-денежной системы. Назовите ее основные функции.

20. Каковы основные функции Центрального банка в современной кредитно-денежной системе?

21. Что собой представляет кредитно-денежная политика Центрального банка?

22. Как инструменты кредитно-денежной политики могут повлиять на ставку процента и предложение денег?

23. Назовите основные виды кредитно-денежной политики.

24. Что собой представляют коммерческие банки? Какие функции они выполняют в рамках современной кредитно-денежной системы?

25. Охарактеризуйте операции коммерческих банков.

26. Что такое банковские резервы?

27. В чем заключается сущность дилеммы «прибыльность – ликвидность», стоящей перед коммерческими банками?

28. Охарактеризуйте процесс создания кредитных денег коммерческими банками. Как наличие избыточных резервов влияет на способность банков создавать деньги? Как стремление к обеспечению ликвидности влияет на способность банков создавать деньги?

29. Что такое денежный мультипликатор и как он рассчитывается?

30. Какую функцию выполняют специализированные кредитно-финансовые учреждения в кредитно-денежной системе?

3.4. Государственные финансы и налогообложение. Бюджетно-налоговая политика

1. Охарактеризуйте сущность финансов и их функции в экономике страны.
2. Опишите структуру финансовой системы государства.
3. Объясните значение государственных финансов с точки зрения выполнения государством своих экономических, политических, социальных и иных функций.
4. Назовите основные направления расходования государственных средств и источники их финансирования.
5. Составьте основное уравнение государственных расходов и доходов.
6. Что собой представляет государственный бюджет? Объясните необходимость формирования госбюджета, опишите его структуру.
7. Охарактеризуйте процедуру принятия государственного бюджета в развитой стране.
8. Что собой представляют внебюджетные фонды? Приведите примеры внебюджетных фондов в России.

9. Охарактеризуйте понятие «бюджетный федерализм». Каким образом формируются бюджеты разных уровней и как происходит расходование привлеченных средств?

10. Какие регионы в России являются регионами-донорами, а какие – дотационными регионами?

11. Что означают понятия: «общий профицит», «первичный профицит», «общий дефицит» и «первичный дефицит»?

12. Назовите причины и виды бюджетного дефицита. Какие существуют способы сокращения бюджетного дефицита и каковы последствия их применения для национальной экономики (в частности, в чем выражается эффекты монетаризации и вытеснения)?

13. Что собой представляет государственный долг? К каким последствиям может привести внутренний и внешний государственный долг? Может ли государство стать банкротом?

14. Существует ли, по вашему мнению, проблема перемещения государственного долга, возникающего в результате заимствований на внешних и внутренних финансовых рынках, на будущие поколения?

15. Что собой представляет управление государственным долгом? В чем проявляется цикличность данного процесса? Какие факторы существенно влияют на него?

16. Проклассифицируйте государственные ценные бумаги в соответствии с различными признаками. Может ли вызвать выпуск государственных ценных бумаг инфляционные процессы в стране?

17. Охарактеризуйте сущность налогов и их роль в национальной экономике.

18. Выскажите собственное отношение к следующим высказываниям: а) «Налоги – это дозволенная форма грабежа» (Ф. Аквинский); б) «Налоги для тех, кто их выплачивает, – признакне рабства, а свободы» (А. Смит); в) «Налоги – это то, чем мы оплачиваем цивилизованное общество» (О. Холмс).

19. Назовите принципы, которыми необходимо руководствоваться при построении налоговой системы страны.

20. Охарактеризуйте налоговые теории равенства выгод и равенства жертв с точки зрения их достоинств и недостатков. Приведите примеры из реальной жизни.

21. Охарактеризуйте основные элементы налоговой системы страны.

22. Дайте классификацию налогов по различным признакам. Приведите конкретные примеры различных видов налогов из зарубежной и отечественной практики.

23. Назовите отличительные особенности прямых и косвенных налогов.

24. Обоснуйте ваше мнение относительно характера налогообложения в России – прогрессивный, пропорциональный или регрессивный.

25. В чем заключается проблема перемещения налогов? По какому из перечисленных налогов налоговое бремя может быть переложено по закону с плательщика налога на носителя налога: налог на доходы физических лиц, налог на имущество физических лиц, акцизы, налог на добавленную стоимость, налог на прибыль организаций?

26. Какая закономерность описывается кривой Лаффера?

27. Объясните, как Вы понимаете выражение «налоговая лазейка». Несут ли один и тот же социально-экономический смысл понятия «налоговая оптимизация» и «налоговое правонарушение»?

28. Как влияет размер налогов на величину ВВП? Охарактеризуйте различные подходы к данной проблеме.

29. Охарактеризуйте сущность бюджетно-налоговой политики. Назовите ее основные инструменты.

30. Что собой представляет дискреционная бюджетно-налоговая политика? Каковы пути ее реализации? В чем заключаются ее недостатки?

31. Каковы особенности недискреционной бюджетно-налоговой политики? Объясните смысл действия встроенных стабилизаторов на экономическую конъюнктуру?

32. В чем заключаются основные отличия между стимулирующей и сдерживающей бюджетно-налоговой политикой?

3.5. Мировая экономика и внешнеэкономическая политика

1. Охарактеризуйте механизм функционирования мировой экономики.
2. Каковы достоинства и недостатки открытой и закрытой экономики? С чем связана тенденция повышения открытости экономики стран?
3. Назовите виды международных экономических отношений.
4. В чем проявляется международное разделение труда? Какие факторы оказывают на него влияние? С помощью каких показателей можно определить уровень участия страны в международном разделении труда?
5. Охарактеризуйте меркантилистскую теорию международной торговли. В чем заключается ее ограниченность?
6. Сформулируйте принцип абсолютного преимущества Смита и принцип сравнительного преимущества Рикардо. Если страна имеет абсолютное преимущество в производстве какого-то товара, означает ли это, что она имеет и сравнительное преимущество в его производстве?
7. Сформулируйте теорему международной торговли Хекшера-Олина.
8. В чем заключается парадокс Леонтьева? Почему его нельзя считать полным опровержением теории Хекшера-Олина?
9. Охарактеризуйте сущность двух видов внешнеторговой политики (фритрейдерства и протекционизма) с точки зрения достоинств и недостатков. Какие могут существовать тарифные и нетарифные ограничения при реализации политики протекционизма?
10. Что такое платежный баланс и для чего он составляется? В чем заключается смысл системы двойной записи при его составлении? Какие операции регистрируются по кредиту,а какие – по дебету?
11. Охарактеризуйте структуру платежного баланса. Какой баланс называется активным, а какой – пассивным?
12. Дайте определение понятиям «валюта», «валютный рынок», «валютная система», «валютная котировка», «валютный курс». Поясните влияние девальвации и ревальвации валюты на экономику страны.
13. Каким образом определяются номинальные и реальные валютные курсы? В чем заключается суть паритета покупательной способности?
14. Сравните системы фиксированных и плавающих валютных курсов. Каковы достоинства и недостатки каждой из них?
15. Проанализируйте этапы формирования мировой валютной системы. Каковы их особенности? Как решается проблема дефицита платежного баланса в условиях: Золотого стандарта, Бреттон-Вудской системы, Ямайской системы?
16. Если курс национальной валюты повысится (понизится), как это скажется на условиях экспортной и импортной деятельности?
17. Что такое «конвертируемость национальной валюты»? Какие выделяются виды валют в зависимости от их конвертируемости? Приведите примеры.
18. В чем заключается смысл мировой экономической интеграции? Назовите ее формы. Приведите примеры.
19. Охарактеризуйте этапы формирования Европейского союза. В чём заключается смысл развития данной интеграционной группировки?
20. Охарактеризуйте деятельность международных организаций с точки зрения выполнения ими функций по мониторингу и регулированию важнейших процессов мировой экономики.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ В ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ – это наука, изучающая и формирующая теоретические представления об экономических процессах и явлениях, о функционировании хозяйства, об экономических отношениях, которые основаны, с одной стороны, на логике и историческом опыте, а с другой – на теоретических концепциях и взглядах ученых-экономистов.

ПРИКЛАДНАЯ ЭКОНОМИКА является *точной* наукой. Она ставит перед собой практические задачи управления хозяйственной деятельностью. Ей свойственны расчеты с использованием реальной информации, конкретных показателей экономической деятельности. Прикладная экономика приближена к микроэкономике.

МИКРОЭКОНОМИКА (приставка «микро-» означает «малый») изучает экономическое поведение индивидуумов, отдельных домохозяйств, предприятий и отраслей.

МАКРОЭКОНОМИКА (приставка «макро-» означает «большой») занимается изучением законов функционирования национальной экономики в целом, а также входящих в нее так называемых агрегатов – домохозяйств, предприятий, правительственного сектора – и связей между ними. Под агрегатами понимается совокупность отдельных экономических единиц (например, домохозяйств), которые в процессе экономического анализа рассматриваются как единое целое.

ПОЗИТИВНАЯ ЭКОНОМИКА ищет объективные, или научные, объяснения функционирования экономики; она имеет дело с тем, что было, есть или может быть.

НОРМАТИВНАЯ ЭКОНОМИКА предлагает рецепты действий, основанные на субъективных оценочных суждениях; она имеет дело с тем, что должно быть.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА представляет собой комплекс мер, направленных на регулирование поведения экономических агентов (потребителей и производителей) или последствий их деятельности с целью достижения поставленных экономических целей (экономической свободы, экономического роста, полной занятости, стабилизации цен, справедливого налогообложения и др.), в достижении которых заинтересованы все макроэкономические субъекты. При реализации экономической политики государство использует административные (прямые) и экономические (косвенные) методы воздействия, эффективность которых зависит от степени учета основных принципов экономической теории и результатов ее исследований.

МЕРКАНТИЛИЗМ (от итал. слова «мерканте» – купец, торговец) – направление экономической мысли, представители которого источник богатства видели во внешней торговле (за счет активного торгового баланса).

ФИЗИОКРАТИЗМ (от греч. слова «физиократия» – власть природы) – это теоретическая школа, которая получила развитие одновременно с меркантилизмом. Представители физиократизма центральную роль в экономике отводили сельскохозяйственному производству, выражали интересы крупного капиталистического фермерства, критиковали меркантилизм.

КЛАССИЧЕСКАЯ ПОЛИТИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИЯ (от лат. слова «классикус» – образцовый) – экономическое течение, ориентированное на решение проблем свободного предпринимательства.

ПОЛИТИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИЯ МАРКСИЗМА возникла в XIX в. в Германии. Основоположником экономического научного направления является Карл Маркс (основной труд – «Капитал»). Продолжил и развил идеи Маркса Фридрих Энгельс.

МАРЖИНАЛИЗМ (от фр. слова «мёжинал» – предельный, дополнительный) – направление экономической теории, которое широко использует в анализе экономических процессов и законов предельные величины. В качестве самостоятельного течения

экономической мысли маржинализм оформился во второй половине XIX в. Маржинальная революция заключается в переходе от концепции классической экономической школы к неоклассической теории.

КЕЙНСИАНСТВО – учение, получившее развитие с середины 30-х гг. XX в.

ЧИКАГСКИЙ МОНЕТАРИЗМ – экономическая теория, основанная на определяющей роли денежной массы, находящейся в обращении, на состояние экономики в целом, а также на осуществлении политики стабилизации экономики, ее функционирования и развития.

РЕСУРСЫ – это совокупность всех материальных и нематериальных благ, используемых при создании экономических благ. Все ресурсы условно делят на два класса: свободные (неэкономические) и экономические.

СВОБОДНЫЕ (НЕЭКОНОМИЧЕСКИЕ) РЕСУРСЫ – ресурсы, находящиеся в неограниченном количестве и, как следствие, имеющие нулевую цену на рынке.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ – ресурсы, находящиеся в ограниченном количестве и, как следствие, имеющие определённую цену на рынке.

ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВА – экономические ресурсы, вовлеченные в производство.

ПОТРЕБНОСТЬ – это состояние неудовлетворенности или нужды человека в чём-либо. Именно потребности выступают внутренним побудительным фактором активной деятельности человека.

БЛАГО – это средство, непосредственно удовлетворяющее потребности. Количество потребностей наряду с редкостью (ограниченностью) блага определяет его ценность. Ценность блага есть то, что за него можно получить. Стоимость блага есть то, что за него надо отдать.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СУБЪЕКТЫ (АГЕНТЫ) – это участники экономических отношений, возникающих в процессе производства, распределения, обмена и потребления экономических благ.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КРУГООБОРОТ – это движение экономических благ и ресурсов между экономическими субъектами, которое сопровождается денежными потоками (доходами и расходами).

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ СТОИМОСТЬ БЛАГА – это определённая жертва для собственника блага, которая выражается в количестве другого блага, от производства которого следует отказаться, чтобы произвести определенное количество данного блага.

ПРОИЗВОДСТВО представляет собой процесс взаимодействия средств производства и людей с целью получения необходимых экономических благ. В зависимости от вида удовлетворяемых создаваемым экономическим благом потребностей различают материальное и нематериальное производство.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ предполагает определенным образом осуществ-ляемое разделение созданного экономического блага между участниками процесса производства. В качестве известных способов распределения созданного блага выступают следующие: поровну, по потребностям, по затратам, по результатам труда, по вложенному капиталу.

ОБМЕН обеспечивает выход созданного экономического блага на рынок, связывая процессы производства и потребления. Он способствует перемещению в пространстве различных экономических благ таким образом, чтобы полнее удовлетворялись потребности экономических субъектов.

ПОТРЕБЛЕНИЕ представляет собой процесс использования экономического блага по назначению. Это конечная цель производства, его предпосылка и условие, а также собственно «производство» рабочей силы. В зависимости от функционального назначения потребляемого блага различают личное и производственное потребление.

СОБСТВЕННОСТЬ выражает объективно складывающиеся экономиче-ские отношения между людьми в процессе производства, распределения, обмена и потребления по поводу присвоения средств производства и произведенных благ.

ПРАВО СОБСТВЕННОСТИ – определенная совокупность правомочий, принадлежащих лицу-правообладателю.

ФОРМА СОБСТВЕННОСТИ – это вид собственности, характери-зуемый по признаку субъекта собственности.

ЧАСТНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ выступает в качестве собственности одного или группы членов общества.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СОБСТВЕННОСТЬ выступает в качестве собственности всех членов общества. В зависимости от уровня органов власти и управления, которые распоряжаются объектом собственности, выделяют следующие ее формы: федеральную, субфедеральную (региональную), местную (муниципальную).

РАЗДЕЛЕНИЕ ТРУДА – это исторический процесс обособления различных видов трудовой деятельности в самостоятельные или взаимосвязанные производства.

ТОВАРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО – это такая общественная форма производства, при которой блага производятся не для собственного потребления, а для удовлетворения потребностей других экономических субъектов.

РЫНОЧНАЯ СИСТЕМА ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ – это система взаимосвязей между экономическими субъектами, основанная на действии механизма саморегуляции, равноправии прав частных собственников, меновых отношениях и платности всех экономических благ.

ПРИВАТИЗАЦИЯ – передача государственной собственности в частные руки. Она способствует устранению фактической монополии государственной собственности, обеспечению многообразия и равноправия различных форм собственности.

Раздел 2. ОСНОВЫ МИКРОЭКОНОМИКИ

СПРОС (D) – обобщающий термин, описывающий поведение фактических и потенциальных покупателей товара.

ЭЛАСТИЧНОСТЬ СПРОСА ПО ЦЕНЕ ($E^D{}_P$) показывает, на сколько процентов изменится объем спроса на товар при изменении его цены на один процент при условии, что прочие факторы останутся неизменными.

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ЭЛАСТИЧНОСТЬ СПРОСА ($E^{DA}{}_{PB}$) показывает, на сколько процентов изменится объем спроса на товар А при изменении цены товара В на один процент при условии, что прочие факторы останутся неизменными.

ЭЛАСТИЧНОСТЬ СПРОСА ПО ДОХОДУ ($E^D{}_I$) показывает, на сколько процентов изменится объем спроса на товар при изменении величины доходов покупателей на один процент при условии, что прочие факторы останутся неизменными.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ (S) – обобщающий термин, описывающий поведение фактических и потенциальных продавцов товара.

ЭЛАСТИЧНОСТЬ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЦЕНЕ ($E^S{}_P$) показывает, на сколько процентов изменится объем предложения товара при изменении его цены на один процент при условии, что прочие факторы останутся неизменными.

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ЭЛАСТИЧНОСТЬ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ($E^{SA}{}_{PB}$) показывает, на сколько процентов изменится объем предложения товара A при изменении цены товара B на один процент при условии, что прочие факторы останутся неизменными.

ПОЛЕЗНОСТЬ (U) – это удовлетворение, получаемое людьми от потребления благ. Это понятие сугубо индивидуальное.

КРИВАЯ БЕЗРАЗЛИЧИЯ – это кривая, демонстрирующая все возможные наборы двух благ (A и B), дающие потребителю равный объем удовлетворения (т. е. они для него абсолютно равноценны).

БЮДЖЕТНАЯ ЛИНИЯ – это линия, показывающая различные наборы двух благ (*A* и *B*), которые могут быть приобретены при данной величине дохода (бюджета) и ценах благ.

ИЗЛИШЕК ПОТРЕБИТЕЛЯ (рента потребителя) – это разница между той суммой денег, которую потребитель согласен уплатить за покупаемое экономическое благо, и той суммой, которую он действительно платит.

ПРЕДПРИЯТИЕ – это самостоятельно хозяйствующий субъект, созданный в порядке, установленном действующим законодательством, и осуществляющий производство продукции, выполнение работ и оказание услуг в целях удовлетворения общественных потребностей и получения прибыли.

ПРОИЗВОДСТВО – процесс преобразования ресурсов в блага, прямо или косвенно служащих удовлетворению человеческих потребностей.

ТЕХНОЛОГИЯ – это определенная устойчивая комбинация факторов производства.

ИЗОКВАНТА – это кривая, демонстрирующая все возможные сочетания двух факторов производства, обеспечивающие один и тот же объем выпуска экономического блага (*Q*).

ИЗОКОСТА – это линия, показывающая различные сочетания двух факторов производства, которые обеспечивают определенную сумму общих затрат, ограниченных бюджетом производителя.

ИЗДЕРЖКИ ПРОИЗВОДСТВА – это совокупность затрат, связанных с использованием факторов для производства экономического блага.

ИЗЛИШЕК ПРОИЗВОДИТЕЛЯ (рента производителя) – это разница между той суммой денежных средств, которую он получает от реализации определенного количества экономического блага, и той суммой, на которую он согласен.

РЫНОЧНАЯ СТРУКТУРА – характеристика рынка с точки зрения его воздействия на положение и поведение производителей, а также влияния производителей на его состояние.

МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ СОВЕРШЕННОЙ (ЧИСТОЙ) КОНКУРЕНЦИИ – модель поведения предприятия в условиях идеальных конкурентных отношений, когда предприятий много, у всех из них равные возможности и отсутствует возможность влияния на рынок и цену продукции.

МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ЧИСТОЙ МОНОПОЛИИ – модель поведения предприятия, когда одно предприятие становится единственным производителем продукции, у которой нет близких заменителей; оно может влиять на рынок и цену продукции. Это чисто теоретическая модель. В качестве сфер деятельности, где она может наблюдаться, являются те, которые относятся к естественным монополиям.

ЦЕНОВАЯ ДИСКРИМИНАЦИЯ («ценовое разделение») – это продажа одной и той же продукции разным потребителям (группам потребителей) по разным ценам, при этом различия в ценах не обусловлены различиями в издержках производства. Смысл проведения данной ценовой политики состоит в стремлении монополиста присвоить себе излишек потребителя.

МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ОЛИГО-ПОЛИИ – модель поведения предприятия в условиях рыночной ситуации, когда на рынке функционирует несколько производителей продукции, которые обладают определенной властью над ценой (их власть ограничена количеством производителей, поделивших рынок между собой). Эта модель характерна для сфер деятельности, которые требуют значительных капиталовложений: металлургия, электротехника, химическая промышленность, машиностроение, топливная энергетика.

МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ МОНОПО-ЛИСТИЧЕСКОЙ КОНКУРЕНЦИИ – модель поведения предприятия в рыночной ситуации, которая характеризуется наличием множества производителей, производящих дифференцированную продукцию.

РЫНОК ТРУДА – это сфера взаимоотношений между продавцами и покупателями трудовых услуг, т. е. между теми, кто желает работать (в их число входят занятые и безработные), и теми, кто нанимает работников для производства товаров и услуг.

ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА – это доход от предоставления трудовых услуг.

СТАВКА ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ – цена, выплачиваемая за использование единицы труда в течение определенного периода: часа, дня и т. д.

КАПИТАЛ в широком смысле – ценность, приносящая приток дохода; самовозрастающая стоимость. Это производственные фонды предприятий, земля, ценные бумаги, банковские депозиты, человеческий капитал (накопленные профессиональные знания).

ССУДНЫЙ ПРОЦЕНТ – цена, уплачиваемая собственнику капитала за его использование в течение определенного периода времени.

ИНВЕСТИРОВАНИЕ – процесс создания или пополнения запаса капитала.

ДИСКОНТИРОВАНИЕ – процедура определения сегодняшней стоимости будущей суммы денег.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ РЕНТА – доход, получаемый собственником ресурса, предложение которого строго ограничено.

ПРИРОДНАЯ РЕНТА – доход от использования природного ресурса, предложение которого строго ограничено.

ОБЩАЯ РЕНТА – доход, который получает собственник природного ресурса. Она включает абсолютную ренту и при возможности дифференцированную.

АБСОЛЮТНАЯ РЕНТА – доход, который получают все собственники природного ресурса независимо от его качества.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ РЕНТА – дополнительный доход от использования природного ресурса, образуемый благодаря лучшим характеристикам (сверхприбыль).

ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО – сфера деятельности, предполагающая наличие способности организовывать производство, объединять факторы производства для создания продукции, создавать что-то новое, рисковать, нести ответственность за свою деятельность.

ПРИБЫЛЬ – это вознаграждение за такой человеческий ресурс, как предпринимательские способности.

УПРАВЛЕНИЕ – это сознательное воздействие на объекты и процессы, а также на участие в них людей, осуществляемое с целью придания определенной направленности хозяйственной деятельности и получения желаемых результатов.

МЕНЕДЖМЕНТ – это определенная философия, основанная на интуиции и профессионализме организаторов деятельности или процесса, умении добиваться поставленных целей при использовании труда, интеллекта, мотивов поведения других людей.

Раздел 3. ОСНОВЫ МАКРОЭКОНОМИКИ

МАКРОЭКОНОМИКА – это комплекс знаний, взглядов, идей, объясняющих поведение экономики страны как единого целого и основных ее совокупных величин.

НАЦИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА представляет собой совокупность всех экономических явлений и процессов, происходящих в стране на основе действующих в ней имущественных отношений и организационных форм.

НАЦИОНАЛЬНОЕ БОГАТСТВО – это многолетний результат функционирования национальной экономики, отражающий её экономический потенциал и представляющий всю совокупность благ и ресурсов, которыми она располагает на данный момент времени.

СИСТЕМА НАЦИОНАЛЬНЫХ СЧЕТОВ (СНС) – это система взаимосвязанных показателей совокупного выпуска и совокупного дохода страны, характеризующих результаты функционирования экономики, ориентированной на рыночные отношения.

ВАЛОВОЙ ВНУТРЕННИЙ ПРОДУКТ (ВВП) (англ. GIP – Gross Internal Product) – это суммарная рыночная стоимость всех конечных товаров и услуг, произведенных в течение года внутри страны предприятиями-резидентами и предприятиями-нерезидентами с использованием национальных и зарубежных факторов производства.

ВАЛОВОЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ (ВНП) (англ. GNP – Gross National Product) – это суммарная рыночная стоимость всех конечных товаров и услуг, произведенных в течение года предприятиями-резидентами внутри страны и за ее пределами с использованием национальных факторов производства.

ЧИСТЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ (ЧНП) (англ. NNP – Net National Product) – созданный валовой национальный продукт за вычетом той части инвестиций, которая пошла на обновление устаревших и изношенных основных фондов.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОХОД (НД) (англ. NI – National Income) – это совокупный доход, заработанный резидентами страны за вклад собственных факторов производства в процесс создания валового национального продукта.

ЛИЧНЫЙ ДОХОД (ЛД) (англ. PI – Personal Income) – это совокупный доход, заработанный или полученный домохозяйствами за год.

ЛИЧНЫЙ РАСПОЛАГАЕМЫЙ ДОХОД (ЛРД) (англ. DI – Domestic Income) – это доход, используемый домашними хозяйствами на потребление (осуществление текущих расходов по приобретению товаров и услуг) и сбережения (накопление богатства).

ЧИСТОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ БЛАГОСОСТОЯНИЕ (ЧЭБ) – это интегральный результат функционирования внутренней экономики в определённом году, демонстрирующий благосостояние страны в целом. ЧЭБ применяется в дополнение к показателю ВВП, который не даёт точной картины экономического благосостояния.

ТЕНЕВАЯ (НЕНАБЛЮДАЕМАЯ ЭКОНОМИКА) включает в себя сферы производства, распределения, обмена и потребления товарно-материальных ценностей, денег, услуг, которые не контролируются обществом и органами государственного управления.

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ БАЛАНС (МОБ) является одним из важных разделов современной СНС, он отражает процессы, происходящие на нынешнем этапе развития экономики, позволяет производить системный счет основных показателей СНС и анализ взаимосвязей между отраслями экономики, выявлять главные экономические пропорции, изучать структурные сдвиги и особенности ценообразования в экономике и т. д.

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ – это равновесие национальной экономики, характеризуемое сбалансированностью и пропорциональностью экономических явлений и процессов. Макроэкономическое равновесие необходимо для обеспечения стабильности развития экономики страны и достижения макроэкономических целей.

СОВОКУПНЫЙ СПРОС (AD) – это суммарные планируемые (желаемые) расходы экономических субъектов на конечные товары и услуги, предлагаемые на рынке благ, при каждом возможном уровне цен.

СОВОКУПНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ (AS) – реальный объем национального производства при каждом возможном уровне цен.

ПОТРЕБЛЕНИЕ (C) – это сумма денег, которая тратится домохозяйствами на приобретение потребительских благ.

СБЕРЕЖЕНИЯ (S) – это та часть личного располагаемого дохода, которая отложена для будущего потребления.

ИНВЕСТИЦИИ (I) – это расходы, связанные с обновлением и увеличением производственных мощностей и прочих капитальных активов.

ДЕНЬГИ – всеобщий эквивалент; универсальный товар, обмениваемый на любые экономические блага и пригодный для расчетов и платежей. Деньги являются общепризнанным высоколиквидным активом: на них можно всё купить.

ДЕНЕЖНОЕ ОБРАЩЕНИЕ – это денежный кругооборот, движение денег, опосредующее оборот товаров и услуг, а также финансовых активов.

ДЕНЕЖНАЯ МАССА – совокупность всего многообразия денежных средств, обращающихся в стране: обслуживающих экономические связи и принадлежащих различным экономическим субъектам.

СКОРОСТЬ ОБРАЩЕНИЯ ДЕНЕГ – это среднегодовое количество оборотов, совершаемых деньгами, находящимися в обращении. Скорость обращения денег показывает среднегодовое количество владельцев, в состав дохода которых вошла одна и та же денежная единица, или среднегодовое количество сделок, в которых она участвовала.

ДЕНЕЖНАЯ СИСТЕМА – это форма организации денежного обращения в стране, сложившаяся исторически и закрепленная национальным законодательством.

ДЕНЕЖНАЯ РЕФОРМА – полное или частичное преобразование денежной системы страны, проводимое государством в целях укрепления национальной валюты, стабилизации денежной единицы в условиях нарушения денежного обращения.

ДЕНЕЖНЫЙ РЫНОК – это рынок, на котором взаимодействуют между собой спрос и предложение денег, а также формируется равновесная цена денег (равновесная процентная ставка).

ПРОЦЕНТНАЯ СТАВКА – это цена денег, уплачиваемая за их использование. Процентная ставка бывает номинальной (R) и реальной (r). В отличие от номинальной реальная процентная ставка корректируется, или «дефлируется», в соответствии с темпом инфляции.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ДЕНЕГ (MS) – это общее количество денег, находя-щихся в обращении. Предложение денег обеспечивается банковской системой страны (Центральным и коммерческими банками).

СПРОС НА ДЕНЬГИ (MD) – это величина денежных средств, которыми желают (планируют) обладать экономические субъекты.

КРЕДИТ представляет собой особую форму движения денег, связанную с мобилизацией свободных денежных средств национальной экономики и их распределением на условиях возвратности, срочности, платности в целях расширенного воспроизводства.

КРЕДИТНЫЙ РЫНОК – это общее обозначение тех рынков, где возникают и взаимодействуют между собой спрос и предложение различных видов кредитных ресурсов.

КРЕДИТНО-ДЕНЕЖНАЯ СИСТЕМА представляет собой комплекс кредитно-финансовых учреждений, активно используемых государством в целях регулирования экономики.

ДЕПОЗИТЫ, или банковские вклады (D), – это денежные средства, переданные клиентом во временное пользование банка.

БАНК – это кредитно-финансовое учреждение, аккумулирующее денежные средства, предоставляющее кредиты, производящее денежные расчеты, осуществляющее выпуск банкнот и ценных бумаг, выступающее посредником во взаимных платежах и расчетах между государствами, предприятиями и домохозяйствами.

БАНКОВСКАЯ СИСТЕМА – совокупность банков страны. В организационном плане банковская система может быть одноуровневой и двухуровневой. Для России, как и для большинства стран мира, характерна двухуровневая банковская система: верхний уровень – Центральный банк («банк банков»), второй уровень – подконтрольные ему коммерческие банки.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БАНК – эмиссионный, кредитный, расчетный и валютный центр страны, а также центр кредитно-денежного регулирования экономики.

КРЕДИТНО-ДЕНЕЖНАЯ (МОНЕТАРНАЯ) ПОЛИТИКА – комплекс взаимосвязанных мероприятий, предпринимаемых Центральным банком в целях регулирования деловой активности в стране путем воздействия на кредитно-денежное обращение.

КОММЕРЧЕСКИЙ БАНК – кредитно-финансовое учреждение, наделенное исключительным правом привлекать свободные денежные средства субъектов

хозяйствования и населения и размещать их от своего имени и за свой счет на условиях возвратности, срочности, платности, а также осуществлять другие банковские операции.

БАНКОВСКИЕ РЕЗЕРВЫ – это часть привлеченных на депозиты денежных средств, не выданных в качестве кредитов (не использованных в активных операциях).

ФИНАНСЫ – система отношений между экономическими субъектами по поводу формирования, распределения и использования фондов денежных средств.

ФИНАНСОВАЯ СИСТЕМА – совокупность финансовых отношений национальной экономики. С точки зрения субъектов экономики, вступающих в финансовые отношения.

ФИНАНСОВЫЙ РЫНОК – это рынок, на котором формируются спрос и предложение на все финансовые ресурсы страны и осуществляется их движение в направлении обеспечения финансовыми средствами различных сфер экономики.

РЫНОК ЦЕННЫХ БУМАГ представляет собой рынок, на котором формируются и развиваются экономические отношения по поводу выпуска и обращения ценных бумаг между его участниками.

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ФИНАНСЫ призваны обеспечить государство денежными средствами, необходимыми для выполнения им экономических, политических и социальных функций.

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ДОХОДЫ – денежные средства, привлечённые для реализации государственных функций.

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РАСХОДЫ – это часть финансовых отношений, обусловленная использованием государственных доходов.

БЮДЖЕТ ГОСУДАРСТВА – это консолидированный бюджет РФ.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ БЮДЖЕТ – это главное звено финансовой системы страны. Он представляет собой форму образования и использования централизованного фонда денежных средств для обеспечения функций органов государственной власти. На основании Конституции РФ государственный бюджет носит название федерального.

БЮДЖЕТНЫЙ ДЕФИЦИТ – ситуация превышения расходной части бюджета над доходной.

БЮДЖЕТНЫЙ ПРОФИЦИТ – ситуация превышения доходной части бюджета над расходной.

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ФОНДЫ – это фонды денежных средств, образуемые вне государственного бюджета и предназначенные для реализации конституционных прав граждан на пенсионное обеспечение, охрану здоровья и медицинскую помощь.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДОЛГ – это величина государственной задолженности. Он равняется сумме накопленных в стране за определенный период бюджетных дефицитов за вычетом накопленных бюджетных профицитов.

НАЛОГ – обязательный и безвозмездный платёж, взимаемый в пользу государства с дохода или стоимости имущества физического и юридического лица в размере, заранее определенном и установленном в законодательном порядке.

НАЛОГОВАЯ СИСТЕМА – это совокупность всех налогов, методы и принципы их построения, способы исчисления и взимания, налоговый контроль, устанавливаемые в законодательном порядке.

БЮДЖЕТНО-НАЛОГОВАЯ (ФИСКАЛЬНАЯ) ПОЛИТИКА – это воздействие государства на уровень деловой активности в стране посредством изменения государственных расходов и налогов.

СОЦИАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА – комплекс мер государства, направленных на обеспечение социальной справедливости и поддержание достойного уровня благосостояния населения.

СОЦИАЛЬНАЯ СПРАВЕДЛИВОСТЬ проявляется в правомерном распределении национального дохода, наличии одинаковых возможностей для получения работы согласно

имеющимся способностям и профессиональной подготовке, наличии системы социальной защиты населения и социальных гарантий.

БЛАГОСОСТОЯНИЕ – это количественная и качественная характеристика условий жизнедеятельности населения. Рассмотрение сущности данного термина требует учета двух подходов.

ДОХОДЫ – совокупность денежных средств и материальных благ, которыми обладает человек, семья, социальная группа, население в целом.

ПРОЖИТОЧНЫЙ МИНИМУМ выражает минимально допустимую материальную обеспеченность, ниже которой возникает угроза воспроизводству населения страны.

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДОХОДОВ – изъятие части доходов наиболее обеспеченных экономических субъектов в пользу менее обеспеченных.

ЗАНЯТОСТЬ – это обеспеченность населения рабочими местами.

БЕЗРАБОТИЦА – это социально-экономическое явление, при котором часть трудоспособного населения не занята в общественном производстве по причине превышения предложения рабочей силы над спросом на нее.

ЕСТЕСТВЕННАЯ БЕЗРАБОТИЦА (U`) – безработица, существующая при полной занятости, которой соответствует потенциальный ВВП. Естественная безработица способствует созданию резерва рабочей силы, поддержанию конкуренции между работниками и тем самым повышению производительности труда.

СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА – система мер, осуществляемых обществом в целом и его звеньями по обеспечению приемлемого материального и социального положения граждан.

СОЦИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ – социальная отрасль экономики, обеспечивающая людей, находящихся на длительном или постоянном иждивении государства и общества.

СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ – важный элемент социального обеспечения населения, ориентированный на обеспечение человека экономической защитой в случае болезни и старости, в связи с несчастными случаями и болезнями по производственной причине, в связи с безработицей.

ПЕНСИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ – форма социального обеспечения, имеющая следующие цели: борьба с бедностью, компенсация утраченного заработка, обеспечение материальной достаточности гражданина.

СОЦИАЛЬНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ – это восстановление нарушенной социальной справедливости по отношению к невинно пострадавшим. К ним относятся: жертвы противозаконных репрессий; жертвы войн; лица, пострадавшие от катастроф, стихийных бедствий и аварий; инвалиды по болезни, жертвы эпидемий, пострадавшие от вредности производства; вынужденные переселенцы.

СОЦИАЛЬНЫЕ ГАРАНТИИ – это система обязательств общества перед своими членами по удовлетворению их насущных потребностей.

УРОВЕНЬ ЖИЗНИ определяется, с одной стороны, количеством и качеством жизненных благ, используемых для удовлетворения потребностей населения, а с другой – степенью развития самих потребностей людей.

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ определяется качественной стороной жизни населения – здоровьем, физическим развитием, уровнем образования, условиями труда, возможностями использования свободного времени, состоянием экологии. Применение данного показателя затруднительно из-за сложности проявления качественных характеристик жизни в количественном и стоимостном выражениях.

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА – нестабильное развитие национальной экономики.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ – это периодические взлеты и падения деловой активности, проявляющиеся во всевозможных формах несоответствия совокупного спроса и предложения.

СТАБИЛИЗАЦИОННАЯ (АНТИЦИКЛИЧЕСКАЯ) ПОЛИТИКА – комплекс мероприятий, способствующих сглаживанию негативных последствий макроэкономической динамики.

ИНФЛЯЦИЯ – это переполнение экономики страны избыточной денежной массой при отсутствии адекватного увеличения товарной массы, которое приводит к повышению общего уровня цен, обесценению денежной единицы, снижению ее покупательной способности.

ИНФЛЯЦИЯ ИЗДЕРЖЕК – инфляция, которая вызвана факторами, лежащими на стороне совокупного предложения.

ИНФЛЯЦИОННЫЕ ОЖИДАНИЯ – это оценка экономическими субъектами изменения темпов инфляции в будущем периоде. Они выражаются в показателе под названием «ожидаемый темп инфляции (πе)».

АНТИИНФЛЯЦИОННАЯ ПОЛИТИКА – макроэкономическая политика, направленная на обеспечение стабилизации общего уровня цен, предупреждения или смягчения инфляционной напряженности.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ – долговременное устойчивое увеличение масштабов экономики, выражающееся в поступательном росте реального ВВП и улучшении других показателей деловой активности.

МИРОВАЯ ЭКОНОМИКА – это система экономических отношений, сложившаяся и развивающаяся между странами; другими словами, это вся совокупность национальных экономик в той части, которая сориентирована на внешние рынки и использует внешние ресурсы и продукцию для внутреннего развития.

ОТКРЫТАЯ ЭКОНОМИКА – это экономика страны с высокой степенью вовлеченности в мировые хозяйственные связи, предполагающая отсутствие ограничений международного обмена ресурсами и благами. Снятие внешнеэкономических ограничений способствует усилению конкуренции и тем самым повышению эффективности национальной экономики.

ЗАКРЫТАЯ ЭКОНОМИКА (автаркия) предполагает экономическую самообеспеченность страны (примеры: бывшие страны Совета Экономической Взаимопомощи, Северная Корея, Куба).

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ – это система хозяйственных связей между экономиками различных стран.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ТОРГОВЛЯ заключается в экспорте (вывозе) и импорте (ввозе) благ (товаров и услуг).

МЕЖДУНАРОДНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ТРУДА заключается в специализации отдельных стран на производстве определенных видов благ, которыми эти страны обмениваются между собой.

АБСОЛЮТНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО – возможность страны производить благодаря ее естественным и приобретенным преимуществам какой-либо товар с меньшими затратами труда на единицу продукции по сравнению с другими странами, производящими этот же товар.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО – это способность страны производить товар с относительно меньшими издержками замещения по сравнению с другими странами. Издержки замещения (альтернативные издержки) представляют собой соотношение абсолютных удельных затрат труда по двум видам товаров в одной стране.

ВНЕШНЕТОРГОВАЯ ПОЛИТИКА – это государственная политика в области внешней торговли. Известны два основных направления внешнеторговой политики государства: протекционизм и фритрейдерство.

ФРИТРЕЙДЕРСТВО – политика свободной торговли, которая не предполагает установление каких-либо ограничений на внешнеторговый оборот, в т. ч. взимание таможенных пошлин. Такую политику может проводить страна с высокоэффективной экономикой, в котором отечественные предприниматели способны выдерживать

иностранную конкуренцию и активно внедряться на мировой рынок. Свободная торговля дает возможность открытой экономике страны и мировой экономике эффективно размещать ресурсы и повышать уровень материального благосостояния.

ПРОТЕКЦИОНИЗМ – политика государства, направленная на ограничение внешней торговли с целью защиты собственных производителей (в случае наличия более сильных иностранных конкурентов) или потребителей (в случае продажи за границу большого количества благ или ресурсов, востребованных внутри страны) путем установления тарифных и нетарифных ограничений.

ТАРИФНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ заключаются во взимании таможенных пошлин с ввозимых и вывозимых ресурсов и благ, затрудняя тем самым их движение. Таможенные пошлины увеличивают цену ресурсов и благ и снижают их конкурентоспособность на мировом рынке.

НЕТАРИФНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ – прямые административные нормы, определяющие количество, качество и номенклатуру вывозимых или ввозимых в страну ресурсов и благ.

ПЛАТЕЖНЫЙ БАЛАНС – это систематизированная запись итогов всех экономических сделок между резидентами данной страны и остальным миром в течение определенного периода времени (месяца, квартала, года).

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВАЛЮТНЫЕ ОТНОШЕНИЯ – это отношения между странами по поводу обмена валютой.

ВАЛЮТА – это денежная единица страны или группы стран (например, рубль, доллар, фунт стерлингов, евро, йена и т. д.). В узком смысле – это денежные знаки иностранных государств.

ВАЛЮТНЫЙ РЫНОК – это особый рынок, на котором осуществляются валютные сделки. Подавляющая часть денежных активов, продаваемых на валютном рынке, имеет вид депозита до востребования в крупнейших банках, осуществляющих торговлю друг с другом, лишь незначительная часть валютного рынка приходится на обмен наличных денег.

ВАЛЮТНЫЙ (ОБМЕННЫЙ) КУРС – это относительная цена валют двух стран, или валюта одной страны, выраженная в единицах другой страны.

ВАЛЮТНАЯ КОТИРОВКА – установление курса национальной денежной единицы в иностранной валюте на определенный момент времени.

ВАЛЮТНАЯ СИСТЕМА – совокупность валютных отношений, складывающихся на уровне отдельной страны, группы стран или мира в целом.

СИСТЕМА ФИКСИРОВАННЫХ ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ – это валютная система, при которой номинальный валютный курс фиксируется Центральным банком страны.

СИСТЕМА ПЛАВАЮЩИХ (ГИБКИХ) ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ – это валютная система, при которой номинальный валютный курс формируется на валютном рынке в результате взаимодействия спроса и предложения валют, без какого-либо вмешательства Центрального банка в этот процесс.

СИСТЕМА СМЕШАННЫХ ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ – это валютная система, при которой номинальный валютный курс формируется на валютном рынке в результате взаимодействия спроса и предложения валют, а также валютных интервенций Центрального банка.

КОНВЕРТИРУЕМОСТЬ (ОБРАТИМОСТЬ) НАЦИОНАЛЬНОЙ ВАЛЮТЫ – способность валюты страны свободно использоваться в международном платежном обороте для совершения различных расчетов.

ВАЛЮТНАЯ ПОЛИТИКА – это совокупность государственных мероприятий в сфере международных расчетов. Она непосредственно связана с внешнеторговой политикой и состоянием денежного обращения.

МИРОВАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ – это процесс экономического взаимодействия стран, приводящий к сближению хозяйственных механизмов,

принимающий форму межгосударственных соглашений и согласованно регулируемый межгосударственными органами.

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

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

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это 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 презентацией указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) к докладу - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обусловливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно»,

«Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносится 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 – 60секунд (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 задания 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. ВВЕДЕНИЕ В ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ

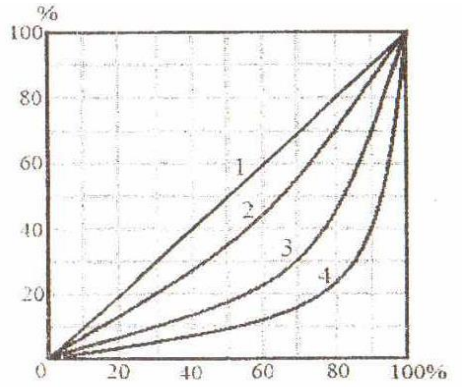
1.3. Общая характеристика рыночной системы хозяйствования

Благосостояние. Распределение доходов

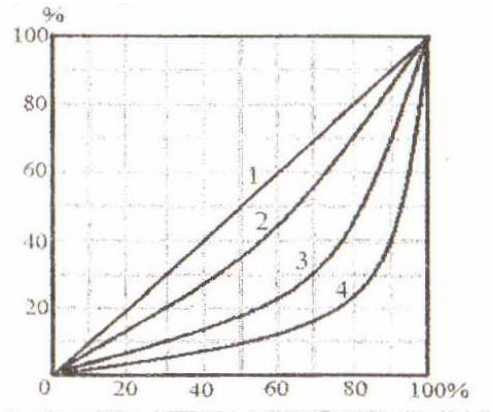
1. На основании следующих данных постройте кривую Лоренца; обозначьте точки, через которые вы ее строили. Какие действия государства могли бы приблизить кривую Лоренцу: а) к линии абсолютного равенства; б) к линии абсолютного неравенства?

Доли населения, по 20%	Доля доходов, %
Первая (низшая)	2
Вторая	8
Третья	10
Четвертая	15
Пятая (высшая)	65

2. Распределение доходов в обществе иллюстрирует линия 3. Если предельная ставка прогрессивного налога на доход любого домохозяйства будет снижена, то кривая Лоренца сместится в положение…



3. Наименьшее неравенство в распределении доходов в обществе отражает линия…



4. В таблице представлены данные по распределению доходов между группами населения в двух странах. В какой стране степень неравенства больше? Почему? Постройте кривую Лоренца для страны *A*.

Доли населения, по 20%	Доля доходов, %	
	Страна *A*	Страна *B*
Первая (низшая)	5	2
Вторая	10	8
Третья	17	10

Четвертая	28	15
Пятая (высшая)	40	65

5. При оценке степени неравенства в персональном распределении доходов с помощью кривой Лоренца следует обращать внимание на форму кривой. На рис. 1 и 2 представлены кривые Лоренца для двух стран с одинаковым коэффициентом Джини. О чем говорят представленные формы кривых: а) степень неравенства больше в странеА; б) степень неравенства больше в стране Б; в) в странах одинаковая степень неравенства? Выберите правильный ответ и поясните.

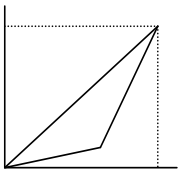


Рис. 1. Страна А

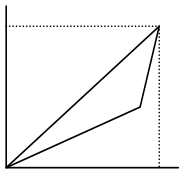


Рис. 2. Страна Б

6. Проанализируйте ситуацию неравенства в распределении доходов в России в период 1991–2000 гг., учитывая, что условно допустимое значение коэффициента Джини составляет 0,3.

Коэффициент Джини в России

1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0,260	0,289	0,398	0,409	0,381	0,375	0,375	0,379	0,394	0,400	0,400	0,400

Примеры решения типовых задач

1. В таблице представлены данные по распределению доходов между группами населения в конкретной стране. Рассчитайте на основании представленной информации квинтильный коэффициент, демонстрирующий степень неравенства в стране.

Доля населения, по 20 %	1	2	3	4	5
Доля доходов, %	5	10	18	27	40

Решение. Квинтильный коэффициент позволяет осуществлять сопоставление доходов, в среднем получаемых наиболее и наименее обеспеченными группами населения, каждая из которых составляет 20 % от общей численности населения: К.к. = 40 % / 5 % = 8 раз.

2. Ниже представлено распределение семей граждан страны по уровню годового дохода. Постройте кривую Лоренца.

Группы семей по уровню доходов	Доля от общей суммы доходов, %
Беднейшие 20%	3,7
Вторые 20%	9,0
Средние 20%	15,0
Четвертые 20%	23,0
Высшие 20%	49,3

Решение. Кривая Лоренца представляет собой графический метод определения неравномерности распределения совокупного дохода общества между различными группами населения. Построение кривой происходит следующим образом. Вначале все население страны и совокупный доход общества делятся на 5 частей – квинтилей (квинтиль – это 1/5 часть исследуемой совокупности), т.е. по 20 %. Далее определяется, какой % дохода получают каждые 20 % населения. На основании этих данных производятся расчеты кумулятивных (накопленных) долей и строится кумулятивная кривая, которая показывает фактическое распределение дохода в обществе.

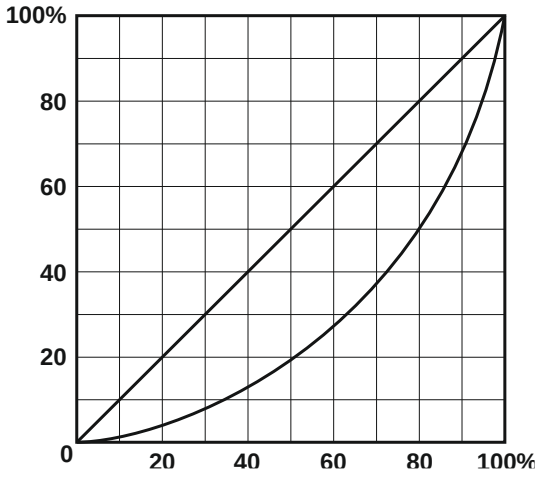
Прямая линия, проводимая из начала осей координат (биссектриса), дает представление о равном распределении дохода. Это линия абсолютного равенства. Линия абсолютного неравенства идет под прямым углом (ломаная линия). Точки на ней означают, что все население не получает никакого дохода, кроме одного – единственного, последнего в ряду человека, который присваивает 100 % всего дохода.

Следует отметить, что чем больше кривая Лоренца отклоняется от линии абсолютного равенства и, соответственно, становится ближе к линии абсолютного неравенства, тем больше неравенство в персональном распределении доходов в обществе.

Учитывая то, что построение кривой Лоренца осуществляется с использованием кумулятивного метода, представим имеющиеся данные в виде, необходимом для графического изображения.

Группы семей по уровню доходов	Доля от общей суммы доходов, %	Доля от общей численности семей нарастающим итогом, %	Доля от общей суммы доходов нарастающим итогом, %
Беднейшие 20%	3,7	20	3,7
Вторые 20%	9,0	40	12,7
Средние 20%	15,0	60	27,7
Четвертые 20%	23,0	80	50,7
Высшие 20%	49,3	100	100

Используя две последних колонки таблицы, строим кривую Лоренца.



Раздел 2. ОСНОВЫ МИКРОЭКОНОМИКИ

Тема 2.1. Спрос и предложение. Формирование рыночной цены

Спрос и эластичность спроса

1. Известно, что товар X приобретается всего двумя потребителями, и при этом спрос первого потребителя описывается функцией $Qd_1 = 90 - P$, а спрос второго – функцией $Qd_2 = 240 - 2P$. Чему будет равна цена при величине рыночного спроса 42?

2. Как изменится спрос на товар, если изменится цена на товар-субститут: а) спрос на уголь (при росте цены на нефть); б) спрос на чай (при росте цены на кофе); в) спрос на мясо кур (при снижении цены на мясо говядины). В каком направлении сдвинется кривая спроса на эти товары, т. е. уголь, чай, мясо кур?

3. Как изменится спрос на товар, если изменится цена на товар-комплемент: а) спрос на ягоды (при росте цены на сахар); б) спрос на фотоаппараты (при росте цены на

фотопленку); в) спрос на энергоемкие марки автомобилей (при росте цены на бензин). В каком направлении сдвинется кривая спроса на эти товары, т. е. ягоды, фотоаппараты, автомобили?

4. По цене P_1 = 100 руб. было продано 100 000 т картофеля, а когда цену повысили до P_2 = 120 руб., то – 80 000 т. Определите коэффициент эластичности спроса на картофель по цене.

5. В результате повышения цены товара с 5 до 7 ден. ед. объем спроса на него сократился с 9 до 7 млн шт. Определите коэффициент эластичности спроса на товар по цене.

6. При повышении цены на товар с 20000 до 40000 руб. за 1 шт. объем спроса на него сократился со 100 до 50 шт. в день. Определите, чему в этом случае будут равны коэффициент эластичности спроса на товар по цене и изменение общей выручки продавца.

7. Коэффициент эластичности спроса на данный товар по цене равен 0,8, по доходу – 0,4. В предстоящем периоде доходы населения увеличатся на 10 %, цена товара снизится на 5 %. На сколько процентов изменится объем спроса на данный товар?

8. Коэффициент эластичности спроса на данный товар по цене равен – 0,5, а по доходу + 0,9. В предстоящем периоде доходы населения увеличатся на 4 %, а цена товара уменьшится на 3 %. Как изменится объем спроса на данный товар?

9. Коэффициент перекрестной эластичности спроса на товар *X* по цене товара *Y* равна +1,5. Что вы можете сказать об этих двух товарах? О чем свидетельствует величина коэффициента эластичности?

Предложение и эластичность предложения

10. На рынке товара три производителя, предложение которых задано следующими уравнениями: $Qs_1 = 2P - 10$; $Qs_2 = 3P$; $Qs_3 = P + 5$. Определите и исследуйте эластичность во всех трех случаях.

11. На рынке товара все производители имеют одинаковые индивидуальные функции предложения $Qs = 2P - 10$. Рассчитайте коэффициент эластичности предложения товара по цене, если P = 45 руб. и число производителей на рынке равно: а) 20; б) 50; в) 100.

Микроэкономическое равновесие

12. Предположим, что общий объем спроса и предложения пшеницы в месяц характеризуется данными, представленными в таблице.

Таблица

P, $/т	Qd, тыс. т	Qs, тыс. т
3,4	85	72
3,7	80	73
4,0	75	75
4,3	70	77
4,6	65	79
4,9	60	81

А. Какова будет равновесная цена пшеницы? Каков равновесный объем? Покажите графически.

Б. Допустим, правительством установлен потолок цены 3,7 $ за 1 т. Какие последствия влечет данная цена? Покажите графически.

В. Допустим, правительством установлен пол цены 4,6 $ за 1 т. Какие последствия влечет данная цена? Покажите графически.

13. Функция спроса на товар А: Qd = 8 – 2P, а функция предложения: Qs = – 7 + 3P. Определите равновесную цену товара и равновесный объем продаж. Что произойдет, если правительство установит цену на уровне 5 руб.?

14. На рынке соевых бобов функции спроса и предложения следующие: Qd = 100 – 10P; Qs = 20 + 5P, где Qd – величина спроса, кг; Qs – величина предложения, кг; P – цена, долл. Каков будет результат при назначении правительством нижнего уровня цены в 7 долл.?

15. Спрос и предложение на рынке некоторого продукта описываются уравнениями: Qd = 25 – 0,2P и Qs = 4P – 80, где Qd – объем спроса (тыс. шт.); Qs – объем предложения (тыс. шт.), P – цена, ден. ед. Государство вмешалось и установило минимальную цену на товар в размере 30 ден. ед. за 1 тыс. шт.

Задание 1. Выберите из предложенных ниже вариантов один правильный ответ и вставьте в предложение.

Примером рынка с таким участием государства может служить рынок _____ .

Варианты: крепких спиртных напитков; товаров первой необходимости; пшеницы в сверхурожайный год; горюче-смазочных материалов.

Задание 2. Выберите из предложенных ниже вариантов два правильных ответа и вставьте в предложение.

Установление минимальной цены имеет целью помочь _____ и приведет к ситуации _____ товара на рынке.

Варианты: дефицита, потребителям, товаропроизводителям, излишка.

Задание 3.Решите задачу.

До вмешательства государства рынок характеризовался как равновесный с объемом продаж _____ тыс. шт.

16. Рынок цемента характеризуется следующими функциями спроса и предложения: Qd = 12 – P; Qs = – 3 + 2P. Определите: 1) какая сумма налога будет собрана с продажи цемента, если государство установит 50 % налога с оборота (выручки); 2) насколько возрастет объем продажи цемента при отмене налога?

Примеры решения типовых задач

1. Товар *X* приобретается потребителями, принадлежащими к двум разным группам. Численность первой группы 100 чел., а второй – 200 чел. Спрос типичного потребителя, принадлежащего к первой группе, описывается функцией $Qd_1 = 50 - P$, ко второй – $Qd_2 = 60 - 2P$. Чему равна величина рыночного спроса при значении цены 22?

Решение. Рыночный спрос определяется как сумма индивидуальных спросов всех потребителей на рынке данного товара. Поэтому для определения величины рыночного спроса необходимо суммировать обе функции, учитывая количество потребителей в каждой группе: $100 (50 - P) + 200 (60 - 2P) = 5000 - - 100P + 12000 - 400P = 17000 - 500P$. Подставив вместо P значение цены, равное 22, определяем величину спроса, которая составит 96.

2. Является ли предложение товара эластичным, если известно следующее:

Таблица

Рыночные данные

Цена, руб.	1500	1700
Объем предложения, шт.	30000	34000

Решение. Определяем коэффициент эластичности предложения по цене товара с использованием следующей формулы:

$$Es = \frac{\Delta P}{\Delta Q} \cdot \frac{P_1 + P_2}{(Q_1 + Q_2)}.$$

Получаем, что

$$E_S = \frac{(34000 - 30000)}{(17000 - 15000)} \cdot \frac{(1500 + 1700)}{(30000 + 34000)} = \frac{4000}{200} \cdot \frac{3200}{64000} = 1.$$

Таким образом, мы имеем дело с предложением единичной эластичности по цене.

3. Функция спроса на товар $Qd = 2500 - 200P$, а предложения – $Qs = 1000 + 100P$. Определите равновесную цену и равновесный объем товара. Что произойдет в случае, если правительство зафиксирует цену товара на уровне 3 руб.?

Решение. В условиях рыночного равновесия объем спроса и объем предложения равны. Поэтому мы можем приравнять обе функции: $Qd = Qs$, т. е. $2500 - 200P = 1000 + 100P$. Решив это уравнение, найдем равновесную цену: $P^* = 5$ руб. Подставив значение цены в любую из функций, определим равновесный объем товара: $Q^* = 1500$ ед.

Если правительство зафиксирует цену товара на уровне 3 руб., объем спроса (Qd) будет равен 1900 ед., а объем предложения (Qs) – 1300 ед. Иначе говоря, на рынке образуется товарный дефицит, равный разнице между объемом спроса и объемом предложения: $Qs - Qd = 1300 - 1900 = -600$ ед.

4. Допустим, функциями спроса и предложения холодильников «Север» являются соответственно $Qd = 400 - P$ и $Qs = 2P - 260$, где Qd – величина спроса на холодильники, тыс. шт.; Qs – величина предложения холодильников, тыс. шт.; P – цена, ден. ед. Определите, к чему приведет введение налога с оборота (выручки) в размере 12,5 % от цены.

Решение. До введения налога равновесная цена товара на рынке составляла 220 ден. ед., а *равновесное* количество – 180 тыс. шт. (пояснения в предыдущей задаче). После введения налога в распоряжении производителя остается 7/8 цены, что уменьшает предложение: $Qs = 2(7/8)P - 260$. Поэтому новая цена равновесия равна 240 ден. ед., а объем продаж – 160 тыс. шт. При этом общая выручка уменьшается с 39,6 до 38,4 млн ден. ед., а выручка, оставшаяся в распоряжении производителя, – с 39,6 до 33,6 млн ден. ед.

Тема 2.2. Теория потребительского выбора

Количественная теория полезности

1. Если некто потребляет 8 единиц товара при совокупной полезности 38 ютилей и 9 единиц при совокупной полезности 45 ютилей, чему равна предельная полезность (в ютилях) 9-й потребленной единицы?

2. Заполните пустые ячейки таблицы и постройте кривые общей и предельной полезности товара.

Таблица

Полезность товара

Номер единицы товара	Общая полезность	Предельная полезность
1	?	20
2	37	?
3	51	?
4	?	11
5	71	9

3. Цена товара A составляет 3 руб., цена товара B – 1,5 руб. Потребитель максимизирует удовлетворение от покупки товаров A и B. При этом он оценивает

предельную полезность товара *B* в 60 единиц. Как потребитель оценивает предельную полезность товара *A*?

4. В таблице предельная полезность каждого продукта для потребителя считается независимой от количества другого продукта. Цена продукта *X* составляет 2 долл., а цена продукта *Y* – 1 долл.

А. Изобразите кривые предельной и общей полезности блага *X*.

Б. Ответьте, сколько единиц каждого продукта купит потребитель при доходе в 12 долл.?

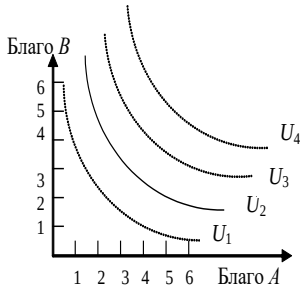
Таблица

Предельная полезность продуктов

Продукт *X*		Продукт *Y*	
номер единицы	предельная полезность	номер единицы	предельная полезность
1	40	1	22
2	35	2	20
3	30	3	18
4	25	4	16
5	20	5	14
6	15	6	12
7	10	7	10
8	5	8	8

Сравнительная теория полезности

5. На рисунке представлена карта кривых безразличия.



А. Каков экономический смысл кривой безразличия?

Б. Что означает форма и положение кривой U_2, т. е. ее отрицательный наклон и выпуклость по отношению к началу координат?

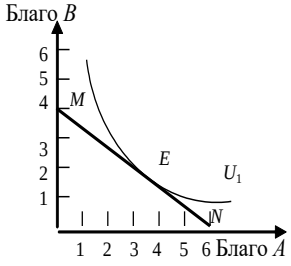
В. Что означают кривые безразличия, расположенные выше и ниже U_2?

Г. Могут ли пересекаться кривые безразличия?

Рис. Карта кривых безразличия

6. Допустим, некий потребитель считает, что ему одинаково полезно еженедельно выпивать как 8 стаканов молока и 3 стакана кефира, так и 6 стаканов молока и 4 стакана кефира. Чему в этом случае равна предельная норма замещения кефира молоком?

7. На рисунке представлены кривая безразличия и бюджетная линия.



А. Каков экономический смысл бюджетной линии *MN*? Чем определяется ее наклон? Если благо *B* подешевеет, как изменится наклон *MN*?

Б. Каковы возможности потребления в каждой точке на бюджетной линии?

В. Что означает для потребителя касание кривой безразличия U_1 и *MN* в точке *E*?

Г. Возможно ли касание U_1 линией *MN* в другой точке? Какие условия должны при этом измениться?

Д. Как можно выразить условия потребительского равновесия с помощью уравнения?

Рис. Касание кривой безразличия бюджетной линии

8. Потребитель имеет доход 3000 руб. На рисунке показаны две бюджетные линии и соответствующие им кривые безразличия.

А. Определите цену товара *Y*.

Б. Определите координаты двух точек линии спроса данного потребителя на товар *X*.

В. Напишите уравнения обеих бюджетных линий.

Г. Каков был бы доход потребителя, если бы цена товара *Y* равнялась 100 руб.?

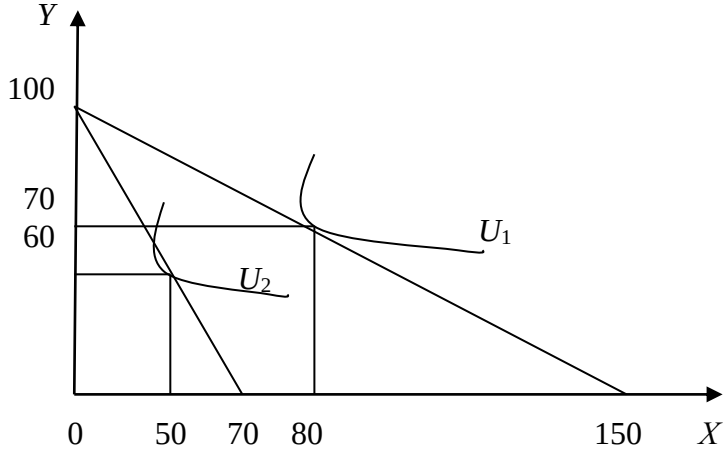


Рис. Ситуации равновесия потребителя

Эффекты спроса

9. На рис. 8 представлена кривая спроса.

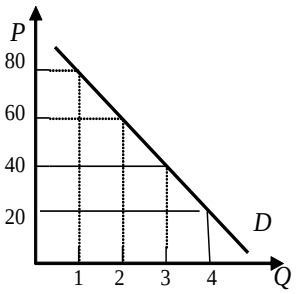


Рис. Кривая спроса

А. Какова рыночная цена первой, второй и третьей единиц блага при объеме рыночного спроса в 4 единицы блага?

Б. По какой максимальной цене потребитель оценивает каждую дополнительную единицу блага?

В. Сформулируйте понятие «излишек потребителя» и определите его величину при покупке 2, 3 и 4 единиц блага.

10. Функция спроса на товар задана уравнением $Qd = 50 - 2P$, а функция предложения уравнением $Qs = 5 + 3P$. Определите величину излишка потребителя.

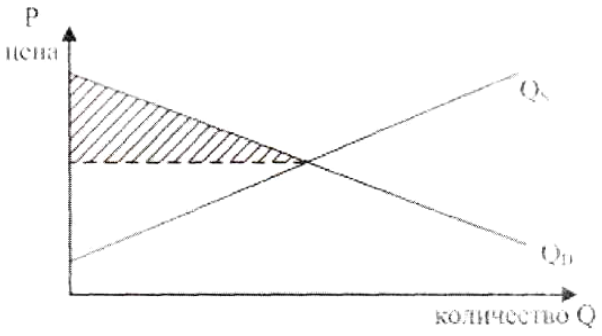


Рис. 9. Излишек потребителя

Примеры решения типовых задач

1. Используя данные рисунке, определите излишек потребителя при покупке трёх единиц блага.

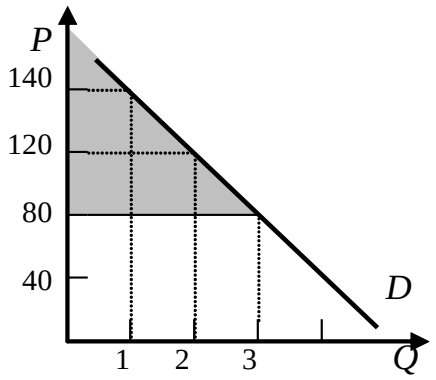


Рис. Излишек потребителя

Решение. На рисунке излишек потребителя – это окрашенная область, ограниченная сверху кривой спроса, а снизу – линией рыночной цены. Чем ниже цена, тем больше величина излишка потребителя.

При покупке трех единиц товара излишек потребителя составит:

$$(140 + 120 + 80) – (80 + 80 + 80) = 100 \text{ ден. ед.}$$

Примеры решения типовых задач

2. Представим гипотетическую ситуацию. Вы пришли в магазин за покупками, имея определенное количество денег (350 руб.). В магазине имеется два интересующих вас блага: благо *A* и благо *B*, цены которых соответственно равны 50 и 100 руб.

Таблица

Информация по предпочтениям покупателя

Номер единицы блага	Благо *A*		Благо *B*	
	MU_A	MU_A/P_A	MU_B	MU_B/P_B
1	5		9	
2	4		6	
3	3		5	
4	2		3	
5	1		1	
6	0,5		0,8	

*Решение***.** Рассчитаем отношение предельной полезности к цене для каждого из благ.

Таблица

Отношение предельной полезности к цене для каждого из благ

Номер единицы блага	Благо *A* (P_A = 50 руб.)		Благо *B* (P_B = 100 руб.)	
	MU_A	MU_A/P_A	MU_B	MU_B/P_B
1	5	0,1	9	0,09
2	4	0,08	6	0,06
3	3	0,06	5	0,05
4	2	0,04	3	0,03
5	1	0,02	1	0,01
6	0,5	0,01	0,8	0,008

Второй закон Г. Госсена гласит, что при максимизации общей полезности отношения предельных полезностей к цене для каждого из благ должны быть равны. Из табл. 9 видно, что данное условие соблюдается при комбинациях: 1) 3*A* + 2*B*; 2) 6*A* + 5*B*.

Проверим достаточность располагаемых средств для приобретения каждой из этих комбинаций:

1) необходимый бюджет = 3 · 50 + 2 · 100 = 350;
2) необходимый бюджет = 6 · 50 + 5 · 100 = 800.

Таким образом, при комбинации 3*A* + 2*B* общая полезность от покупки и потребления двух благ окажется максимальной.

3. На перемене студент решает выпить сок и/или съесть 1–2 порции салата. Проанализируйте его бюджетные возможности, если стакан сока стоит 50 руб., порция салата – 100 руб., а денежные средства, которые он готов потратить на еду, ограничиваются 200 руб.

*Решение***.** Если студент потратит все деньги на сок, то он сможет приобрести 4 стакана (200 : 50 = 4), если же он все деньги потратит на салаты, то сможет максимум купить 2 порции (200 : 2 = 2).

Отложим на графике полученные точки и соединим их прямой, получим бюджетную линию. Совокупность потребительских наборов, лежащих левее и ниже данной прямой, будет являть собой бюджетную область рассматриваемого потребителя.

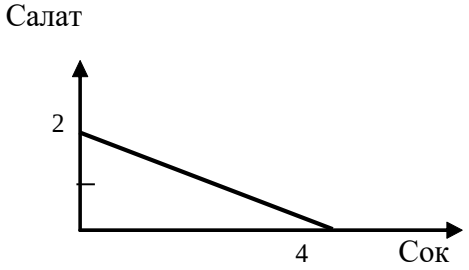


Рис. Бюджетная линия

Тема 2.3. Производство экономических благ. Издержки и прибыль предприятия

1. Если производственная функция определяется уравнением $Q = 100 + + 12K + 10L$, то какой вид имеют уравнения предельного продукта капитала и предельного продукта труда?

2. Заполните пустые ячейки табл. 10. На основе имеющихся данных изобразите кривые TP_L, MP_L, AP_L. Объясните действие закона убывающей отдачи.

Таблица

Общие, предельные и средние продукты труда

K	*L*	TP_L	MP_L	AP_L
10	0	0		
10	1	15		
10	2	40		
10	3	63		
10	4	76		
10	5	85		
10	6	90		
10	7	91		

K	L	TP_L	MP_L	AP_L
10	8	88		

3. Заполните пропуски в таблице

Таблица

Общие, предельные и средние продукты труда

Объем применения переменного ресурса	Общий выпуск продукции	Предельный продукт	Средний продукт
3	9	-	?
4	?	30	?
5	140	?	?
6	?	?	25

4. Фирма использует в производстве товара капитал (K) и труд (L), при этом $MP_K = 8$, а $MP_L = 20$. Цены единиц факторов производства: $P_K = 4$, $P_L = 10$. Является ли оптимальным использование ресурсов фирмой с точки зрения минимизации издержек?

5. В производстве некоего вида товара требуется два фактора: труд и земля. В каких из нижеперечисленных случаев достигается минимизация издержек?

Таблица

Предельные продукты и цены факторов производства

Случай	Предельный продукт земли	Цена земли	Предельный продукт труда	Цена труда
1	6	2	9	3
2	16	8	15	5
3	9	2	8	2
4	20	5	16	4

6. Предположим, что конкурирующая фирма использует 2 фактора в производственном процессе: труд и капитал. Предельный продукт труда составляет 10 ед. продукции, а предельный продукт капитала – 25 ед. Чему будет равна цена ед. капитала, если цена труда равна 5 ден. ед. и предприятие максимизирует прибыль?

7. Предположим, что производительность труда и капитала равны значениям, указанным в табл. 13. Цена единицы продукции, производимой с помощью этих факторов производства, равна 1$. Цена единицы труда составляет 2$, цена единицы капитала – 3$. Определите, каково соотношение труда и капитала, обеспечивающее предприятию: а) минимальные издержки; б) максимальную прибыль?

Таблица

Цены и предельные продукты капитала и труда

K	MP_K	MRP_K	MRP_K/P_K	L	MP_L	MRP_L	MRP_L/P_L
1	24			1	22		
2	21			2	18		
3	18			3	16		
4	15			4	14		
5	9			5	12		
6	6			6	8		
7	3			7	2		
8	1			8	1		

8. Заполните пустые ячейки табл. 14.

Таблица 14

Определение предельного продукта труда в денежном выражении

Единицы труда	Совокупный продукт	Предельный продукт	Цена, руб.	Совокупный доход	Предельный продукт в денежной форме, руб.
1	10		5		
2	19		5		
3	27		5		
4	34		5		
5	40		5		
6	45		5		
7	49		5		
8	52		5		
9	54		5		
10	55		5		

9. В нижеприведенных примерах MRP_L и MRP_K – величины предельных продуктов в денежном выражении труда и капитала, а P_L и P_K – цены на них. Определите, соответствуют ли в каждом случае условия для достижения предприятием максимальной прибыли. Если нет, то укажите, какие ресурсы следует использовать в большем или меньшем количестве.

А. $MRP_L = 8\$$; $P_L = 4\$$; $MRP_K = 8\$$; $P_K = 4\$$.

Б. $MRP_L = 10\$$; $P_L = 12\$$; $MRP_K = 14\$$; $P_K = 9\$$.

В. $MRP_L = 6\$$; $P_L = 6\$$; $MRP_K = 12\$$; $P_K = 12\$$.

Г. $MRP_L = 12\$$; $P_L = 26\$$; $MRP_K = 16\$$; $P_K = 19\$$.

10. Дана производственная функция: $Q = 7x_1 + 4x_2 - 3$. Цена выпускаемой продукции равна 5. Найдите: а) предельный продукт факторов x_1 и x_2; б) предельный доход факторов x_1 и x_2; в) предельную норму технологического замещения фактора x_1 фактором x_2.

11. Что собой представляет изокванта? Назовите и поясните свойства изокванты. Каких видов она бывает? Постойте изокванту по следующим данным: $3x_1 + 5x_2 = 15$.

12. Объем производства увеличивается. Проследите, как изменяются общие, постоянные, переменные и др. издержки. Что вы понимаете под этими издержками? Заполните таблицу, показав, как рассчитываются все виды издержек.

Таблица

Определение различных видов издержек производства

Выпуск продукции (в шт.) *Q*	Общие издержки *TC*	Общие постоянные издержки *TFC*	Общие переменные издержки *TVC*	Средние общие издержки *ATC*	Средние постоянные издержки *AFC*	Средние переменные издержки *AVC*	Предельные издержки *MC*
0	20						
1	30						
2	50						
3	80						
4	120						
5	170						

13. Заполните пустые ячейки таблицы

Таблица

Определение различных видов издержек производства

Q	*FC*	*VC*	*TC*	*AFC*	*AVC*	*ATC*	*MC*

0	60	0					
1	60	45					
2	60	85					
3	60	120					
4	60	150					
5	60	185					
6	60	225					
7	60	270					
8	60	325					
9	60	390					
10	60	465					

А. Изобразите кривые *FC, VC, TC*. Объясните, каким образом закон убывающей отдачи воздействует на форму кривых *VC* и *TC*.

Б. Изобразите кривые *AFC, AVC, ATC, MC*. Объясните, почему кривая *MC* пересекает кривые *ATC* и *AVC* в точках их минимума?

14. В краткосрочном периоде фирма производит 500 ед. продукции. Средние переменные издержки – 20 руб., средние постоянные издержки – 5 руб. Чему будут равны общие издержки?

15. В краткосрочном периоде фирма производит 500 ед. продукции. Средние переменные издержки составляют 2 долл., средние постоянные издержки – 0,5 долл. Чему будут равны общие издержки?

Примеры решения типовых задач

1. Заполните пропуски в таблице, отражающей зависимость результативности производства от объема используемого труда.

Таблица

Зависимость результативности производства от объема используемого труда

Объем труда, L	Объем выпуска, Q	Предельный продукт труда, MP_L	Средний продукт труда, AP_L
1	?	?	1000
2	?	1000	?
3	2790	?	?
4	?	610	?
5	?	?	770

Решение. Предельный продукт труда, или предельная производительность труда – это количество экономического блага, произведенное при использовании дополнительной единицы труда. Его величина определяется по формуле $MP_L = \Delta Q / \Delta L$.

Если известен MP_L, то $\Delta Q = MP_L \cdot \Delta L$, а $Q_1 = Q_0 + \Delta Q$.

Средний продукт, или средняя производительность, труда – это количество экономического блага, приходящееся на единицу труда. Его величина определяется по формуле $AP_L = Q / L$.

Если известен AP_L, то $Q = AP_L \cdot L$.

Сделаем необходимые расчёты и заполним пропуски в табл.

Таблица

Зависимость результативности производства от объема используемого труда

Количество труда, L	Объем выпуска, Q	Предельный продукт труда, MP_L	Средний продукт труда, AP_L
1	1000	-	1000

2	2000	1000	1000
3	2790	790	930
4	3400	610	850
5	3850	450	770

2. Производственные функции фирм *A* и *B* заданы соответст-вующими уравнениями: $Q_A = 7K^2 + 8L^2 - 5KL$ и $Q_B = 2KL^2 + 400$, где *K* – количество единиц оборудования; *L* – количество труда рассматриваемых фирм. У какой фирмы предельная производительность труда выше, если на обоих производствах используется 5 ед. оборудования и 10 ед. труда?

Решение. Предельная производительность труда по фирме *A*:

$MP_L = Q_A`(L) = 16L - 5K$. При $L = 10$ ед., $K = 5$ ед.: $MP_L = 16 \cdot 10 - 5 \cdot 5 = 185$.

Предельная производительность труда по фирме *B*:

$MP_L = Q_B`(L) = 4\,K\,L$. При $L = 10$ ед., $K = 5$ ед.: $MP_L = 4 \cdot 5 \cdot 10 = 200$.

Таким образом, у фирмы *B* предельная производительность труда выше.

Задача 3. Вы создали собственную фирму. По окончании года, по расчетам бухгалтера, прибыль составила 8 млн руб. Насколько прибыльным оказался ваш бизнес, с вашей точки зрения, принимая во внимание тот факт, что вам пришлось оставить работу, которая приносила ежегодный доход в 3 млн руб. Кроме того, для создания фирмы вы вложили собственные денежные средства в размере 10 млн руб. Ставка процента составляет 20 % годовых. Будете ли вы иметь экономическую прибыль и чему она будет равна?

Решение. Экономическая прибыль = бухгалтерская прибыль – внутренние (неявные) издержки.

Внутренние (неявные) издержки = $3 + 10 \cdot 0{,}2 = 5$ млн руб.

Экономическая прибыль = $8 - 5 = 3$ млн руб.

Задача 4. Задана зависимость валовых издержек предприятия (*TC*) от выпуска продукции (*Q*).

Таблица

Зависимость валовых издержек предприятия от выпуска продукции

Выпуск продукции	0	1	2	3	4	5	6
Валовые издержки	60	100	130	155	190	245	335

Рассчитайте: постоянные (*FC*), переменные (*VC*), предельные (*MC*), средние общие (*ATC*), средние постоянные (*AFC*), средние переменные (*AVC*) издержки.

Решение. Постоянные издержки (*FC*) – это издержки, величина которых не изменяется при изменении объема производства. $FC = TC$ при $Q = 0$.

Переменные издержки (*VC*) – это издержки, величина которых изменяется при изменении объема производства. $VC = TC - FC$.

Средние издержки (*ATC*) – это издержки на производство единицы экономического блага. $ATC = TC/Q$.

Средние постоянные издержки: $AFC = FC/Q$.

Средние переменные издержки: $AVC = VC/Q$.

Предельные издержки (*MC*) – это издержки, связанные с производством дополнительной единицы продукции. $MC = \Delta TC/\Delta Q$.

Сделаем необходимые расчёты и запишем все данные в табл.

Таблица

Определение издержек производства

Q	*TC*	*FC*	*VC*	*MC*	*ATC*	*AFC*	*AVC*

0	60	60	0	–	–	–	–
1	100	60	40	40	100,0	60	40,0
2	130	60	70	30	65,0	30	35,0
3	155	60	95	25	51,7	20	31,7
4	190	60	130	45	47,5	15	32,5
5	245	60	185	55	49,0	12	37,0
6	335	60	275	90	55,8	10	45,8

Задача 5. Предприятие находится в условиях совершенной конкуренции. Цена продукции, создаваемой фирмой, установилась на уровне 10 руб. Зависимость валовых издержек от выпуска продукции представлена в таблице. Какой объем производства выберет предприятие, максимизирующее прибыль?

Таблица

Зависимость валовых издержек от выпуска продукции

Выпуск продукции	10	11	12	13	14	15
Валовые издержки	80	86	93	102	112	125

Решение. Конкурентное предприятие постоянно старается пребывать в состоянии равновесия, которому соответствует оптимальный объем производства, обеспечивающий максимальную экономическую прибыль или минимальные убытки. Экономическая прибыль (убытки) = $TR - TC$. Если $TR > TC$, то главной целью предприятия является максимизация экономической прибыли, если $TR < TC$, то минимизация убытков.

Условием равновесия предприятия является равенство предельных издержек и предельного дохода, т. е. $MC = MR$. В условиях совершенной конкуренции $MR = P$. Поэтому для решения задачи будем учитывать условие: $P = MR$.

Определим предельные издержки по формуле $MC = \Delta TC/\Delta Q$, где Q – объем выпуска, TC – валовые издержки. Запишем полученные данные в таблице

Таблица

Зависимость предельных издержек от выпуска продукции

Выпуск продукции	10	11	12	13	14	15
Предельные издержки	–	6	7	9	10	12

Таким образом, объем производства, который выберет предприятие, максимизирующее прибыль, равен 14 ед., так как при данном объеме достигается равенство цены продукции и предельных издержек.

Тема 2.4. Поведение предприятия в условиях совершенной и несовершенной конкуренции

Предприятие в условиях совершенной конкуренции

1. Предприятие находится в условиях совершенной конкуренции. Цена установилась на уровне 10 руб. Зависимость общих затрат от выпуска продукции представлена в таблице

Таблица

Зависимость общих затрат от выпуска продукции

Q	TC
10	80
11	86
12	93
13	102
14	113
15	125

Какой объем производства выберет это предприятие, если оно максими-зирует прибыль?

2. Заполните пустые ячейки таблицы. Определите:

а) какой объем производства обеспечивает конкурентному предприятию максимальную экономическую прибыль;

б) не обнаруживает ли динамика экономических показателей развития данного предприятия действие закона убывающей отдачи;

в) при каком соотношении *MR* и *MC* данное предприятие примет решение о прекращении наращивания объемов производства.

Таблица

Определение оптимального объема производства

Q	*P*	*TR*	*TC*	*TR – TC*	*MR*	*MC*
0	40		50			
1	40		100			
2	40		128			
3	40		148			
4	40		162			
5	40		180			
6	40		200			
7	40		222			
8	40		260			
9	40		305			
10	40		360			
11	40		425			

3. Кривая долгосрочных средних общих издержек фирмы (*LATC*), функционирующей в некоторой отрасли, имеет следующий вид:

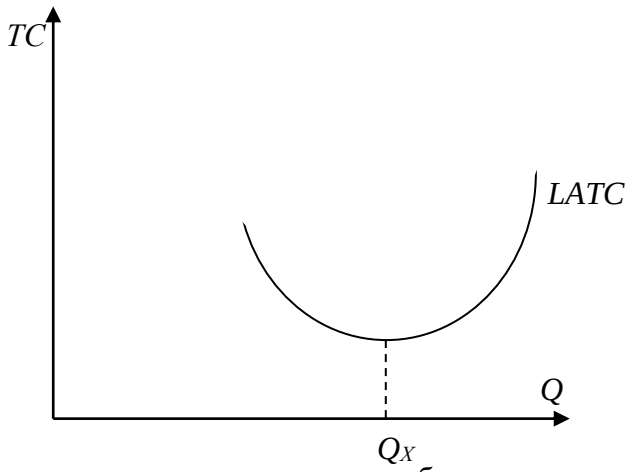


Рис. Кривая долгосрочных средних общих издержек фирмы

и задана функцией $LATC = Q^2 - 4Q + 14$, где Q – количество продукции. Каждая единица продукции в краткосрочном периоде реализуется по цене 20 ден. ед.

Задание 1. Выберите из предложенных ниже вариантов один правильный ответ и вставьте в предложение.

Фирмы, работающие на таком рынке, функционируют в условиях _____ .

Варианты: совершенной конкуренции; монополистической конкуренции; олигополии; монополии.

Задание 2. Выберите из предложенных ниже вариантов не менее двух правильных ответов и вставьте в предложение.

Форма кривой долгосрочных средневаловых издержек определяется _____ и до точки Q_X иллюстрирует действие_____ .

Варианты: эффекта масштаба производства; отрицательного эффекта масштаба производства; закона убывающей отдачи; положительного эффекта масштаба производства.

Задание 3.Решите задачу.

Цена в долгосрочном периоде установится на уровне _____ ден. ед.

4. Фирма, функционирующая на рынке совершенной конкуренции, выпекает 4 млн буханок хлеба в месяц. Если средние переменные издержки составляют 2,5 руб., а средние постоянные издержки – 0,5 руб., то какую прибыль фирма получит за месяц при цене 3,5 руб. за буханку?

Предприятие в условиях несовершенной конкуренции

5. Функция спроса монополиста имеет вид $P = 40 – 4Q$, а функция совокупных издержек $TC = 5Q^2 + 4Q + 750$. Определите объем производства (в тыс. ед.) фирмы в условиях краткосрочного равновесия.

6. Спрос на продукцию монополизированной отрасли описывается функцией $Q = 200 – P$, а восходящий отрезок кривой предельных издержек выражен функцией $MC = 5Q – 10$. При какой цене монополист обеспечит себе максимальную экономическую прибыль?

7. Функция рыночного спроса имеет вид $P = 42 – Q$, а функция совокупных издержек фирмы $TC = Q^2 + 2Q + 35$. Определите оптимальный объем производства и цену в условиях совершенной конкуренции и чистой монополии.

8. Предприятие-монополист, у которого постоянные издержки равны 7500 тыс. руб., запланировало на следующий год следующие показатели:

Таблица

Показатели предприятия-монополиста

P, руб./шт.	400	375	350	325	300
Q, тыс. шт.	40	50	70	95	105
TC, тыс. руб.	17500	19700	22800	26000	28000

Определите наиболее выгодные для предприятия *P* и *Q* с помощью двух методов: сопоставление *TR* и *TC*, сопоставление *MR* и *MC*. Дайте графическую иллюстрацию полученным результатам.

9. Функция спроса на продукцию монополиста имеет вид $P = 14 – 5Q$, а функция совокупных издержек – $TC = 2Q^2 + 80$. Определите коэффициент рыночной власти данной фирмы.

10. Среди участников отраслевого рынка представлены 4 компании, которые занимают следующие доли: 10, 20, 32 и 38 %. Определите индекс концентрации данной отрасли.

Примеры решения типовых задач

1. Если общие издержки производства описаны в таблице, то какой объем производства выберет фирма в условиях совершенной конкуренции при сложившейся цене одной ед. в 60 руб. и размере постоянных издержек 60 руб.?

Таблица

Зависимость общих затрат от выпуска продукции

Q	1	2	3	4	5	6
TC	100	130	170	222	281	351

Решение. Заполним таблицу данными о предельных издержках, рассчитав их по формуле $MC = \Delta TC / \Delta Q$.

Таблица

Зависимость общих и предельных затрат от выпуска продукции

Q	1	2	3	4	5	6
TC	100	130	170	222	281	351
MC	40	30	40	52	59	70

Фирма – совершенный конкурент – выберет такой объем производства, при котором предельные издержки не превышают цену (равны или чуть ниже ее уровня). Отсюда находим объем производства: он равен 5 ед. Выручка составит 300 руб. = 5 ед. · 60 руб., а затраты 281 руб. Отсюда прибыль равна 19 руб.

2. На рынке в условиях совершенной конкуренции действуют 10 фирм, общие издержки которых описываются одинаковой функцией $TC = Q^2 – – 10Q + 35$. Рыночный спрос задан функцией $Q = 110 – P$. Найти равновесную цену (P*) и объем производства (Q*) для каждой из этих фирм.

Решение. Определим предельные издержки как первую производную общих издержек: $MC = 2Q – 10$. Учитывая, что $MC = P$, рассчитаем индивидуальное предложение каждой из фирм: $P = 2Q – 10$; $Q = 0{,}5P + 5$. Рыночное предложение: $Q = 10\ (0{,}5P + 5) = 5P + 50$. Условием равновесия является равенство спроса и предложения: $110 – P = 5P + 50$; $P^* = 10$; $Q^* = 100$; объем производства отдельной фирмы $Q = 100/10 = 10$.

3. Функция спроса монополиста имеет вид $P = 50 – 10Q$, а функция совокупных издержек $TC = 5Q^2 + 20Q + 5$. Определите объем производства, обеспечивающий фирме максимальную прибыль.

Решение. Поскольку условием максимизации прибыли является равенство предельных издержек и предельных доходов, определим их величину и приравняем друг к другу.

Предельные издержки выводятся из функции совокупных издержек: $MC = TC`(Q) = 10Q + 20$.

Предельные доходы выводятся из функции совокупных доходов и функции спроса: $TR = P \cdot Q = (50 – 10Q)\ Q = 50Q – 10Q^2$; $MR = TR`(Q) = 50 – \ –20Q$.

Приравняем полученные функции предельных издержек и предельных доходов и определим величину оптимального объема производства: $10Q + 20 = = 50 – 20Q$; $30Q = 30$; $Q^* = 1$ тыс. ед.

Оптимальная цена выводится из функции спроса:

$$P = 50 – 10Q = 50 – 10 \cdot 1;\ P^* = 40 \text{ руб.}$$

4. Функция спроса монополиста имеет вид $P = 5000 – 17Q$, функция совокупных издержек – $TC = 75000 + 200Q – 17Q^2 + Q^3$. Определить: объем производства, обеспечивающий фирме максимальную прибыль; оптимальную рыночную цену; величину совокупной прибыли.

Решение. Условием максимизации прибыли является $MC = MR$. Найдем MC и MR из данных уравнений:

1. $TR = PQ = (5000 – 17Q)Q = 5000Q – 17Q^2$.

$MR = (TR)' = dTR/dQ = 5000 – 34Q$.

2. $MC = (TC)' = dTC/dQ = 200 – 34Q + 3Q^2$.

3. $MC = MR$; $200 – 34Q + 3Q^2 = 5000 – 34Q$; $3Q^2 = 4800$; $Q^* = 40$.

Оптимальный объем производства равен 40. Оптимальная рыночная цена находится путем подстановки оптимального объема производства (Q^*) в функцию спроса: $P = 5000 – 17Q$; $P = 5000 – 17 \cdot 40 = 4320$ руб.

Совокупная прибыль может быть найдена как разница между TC и TR при $Q^* = 40$. Прибыль = $TR – TC$ = 52000 руб.

2. На рынке кондитерских изделий России конкурируют российские и зарубежные производители. Доля рынка представлена в таблице.

Таблица

Российские и зарубежные производители на рынке кондитерских изделий России

Компания	Доля рынка по стоимости, в %
Nestle	25,2
Объединенные кондитеры, в т. ч.	18,0
кондитерский концерн «Бабаевский»	8,4
фабрика «Красный октябрь»	6,0
фабрика «Рот Фронт»	3,6
Kraft Foods	12,9
Mars	11,2

Среди участников рынка шоколадной продукции важное место занимает кондитерский холдинг «Объединенные кондитеры», созданный в 2005 году. Индекс концентрации крупнейших иностранных корпораций, производящих кондитерские изделия, на российском рынке составляет более _____ %. (Ответ запишите с точностью до десятых).

Решение. Степень концентрации (индекс) рассчитывается как сумма рыночных долей крупнейших продавцов, действующих на рынке данного товара: $I = \sum S_i$, где S − рыночная доля производства (продаж) каждого предприятия отрасли. Из табл. 29 видно, что *Nestle, Kraft Foods, Mars* производят более 10 % каждая. Их суммарная доля составит: $I = 25{,}2 + 12{,}9 + 11{,}2 = 49{,}3$.

Раздел 3. ОСНОВЫ МАКРОЭКОНОМИКИ

Тема 3.1. Национальная экономика: цели и результаты развития

Система национальных счетов и её показатели

1. При производстве автомобилей на сумму 3,5 млн руб. фирма использовала полуфабрикаты на сумму 1 млн руб., выплатила рабочим заработную плату в размере 2 млн руб. Кроме того, она зачислила в амортизационный фонд 300 тыс. руб. Чему равна добавленная стоимость?

2. Производство одного трикотажного изделия проходит несколько этапов и на каждом этапе имеет свою стоимость: 1) овцеводческая ферма – 50 ден. ед.; 2) шерстеперерабатывающая фабрика – 100 ден. ед.; 3) трикотажное ателье – 200 ден. ед.; 4) предприятие оптовой торговли – 250 ден. ед.; 5) предприятие розничной торговли – 350 ден. ед. Найдите: стоимость конечного продукта, суммарную добавленную стоимость, величину исключаемого повторного счёта при расчёте ВВП.

3. Предположим, что продажные цены материалов и продукции для производства шерстяного костюма составили: шерсть – 60 ден. ед., шерстяная ткань – 100 ден. ед., костюм (цена производителя) – 125 ден. ед., костюм (оптовая цена) – 175 ден. ед., костюм (розничная цена) – 250 ден. ед. Найдите: стоимость конечного продукта, суммарную добавленную стоимость, величину исключаемого повторного счёта при расчёте ВВП.

4. На основании имеющихся статей расходов и доходов страны определите валовой национальный продукт по расходам, чистый национальный продукт, национальный доход, личный доход.

Показатели	Значения, млрд руб.
1. Государственные закупки товаров и услуг	70
2. Конечное потребление населения	220
3. Доходы от собственности	30
4. Чистый экспорт	34
5. Амортизационные отчисления	25
6. Дивиденды	10
7. Заработная плата наемных работников	200
8. Косвенные налоги на бизнес	15
9. Чистые внутренние инвестиции	28
10. Трансфертные выплаты	10
11. Налоги на доходы корпораций	28
12. Проценты на вложенный капитал	12
13. Прибыли корпораций	60
14. Рента	15

5. Определите личный располагаемый доход при наличии следующих данных (в ден. ед.): национальный доход – 3000, взносы на социальные нужды – 400, налоги на прибыль корпораций – 140, нераспределенная прибыль – 60, трансфертные платежи – 180, дивиденды – 40, подоходный налог – 20, налог на имущество физических лиц – 15.

6. Определите ВВП исходя из следующих данных (в ден. ед.): личные потребительские расходы – 300, зарплата наемных работников – 220, амортизация – 20, чистый экспорт – 15, прибыли корпораций – 55, госзакупки товаров и услуг – 60, чистые инвестиции – 28.

7. Определите чистый валовой продукт исходя из следующих данных (в ден. ед.): зарплата наемных работников – 300, арендная плата – 10, процент – 20, доход от собственности – 200, прибыль корпораций – 70, косвенные налоги – 16, амортизация – 13.

8. Известны следующие данные (в ден. ед.): ВНП – 5000, потребительские расходы – 3200, государственные расходы – 900, экспорт – 350, чистый экспорт – 80, амортизация – 150, косвенные налоги – 150. Найти: валовые инвестиции, величину импорта, чистый национальный продукт, национальный доход.

9. Известны следующие данные (в ден. ед.): государственные закупки – 57, личные потребительские расходы – 1810, экспорт – 367, импорт – 338, валовые инвестиции – 437, амортизация – 307, зарплата – 1442, рента – 33, процент на капитал – 201, косвенные налоги – 275, чистый факторный доход – 25. Найти валовой национальный продукт (ВНП).

10. Определите чистый национальный продукт (ЧНП) исходя из следующих данных: личные потребительские расходы – 255, зарплата наемных работников – 230, амортизация – 22, чистый экспорт – 5, прибыли корпораций – 56, госзакупки товаров и услуг – 70, чистые инвестиции – 38, трансферты – 15, чистый факторный доход – 3.

11. Известны следующие данные (в ден. ед.): государственные расходы – 70; потребительские расходы – 200; экспорт – 40; импорт – 30; валовые инвестиции – 100; амортизация – 30; зарплата – 170; рента – 50; процент на капитал – 80; косвенные налоги – 40; чистый факторный доход – 10. Найти чистый национальный продукт (ЧНП).

12. ВВП страны равен 4000 ден. ед., потребление – 2500, инвестиции – 400, государственные расходы – 1200, экспорт – 200. Чему равна величина импорта?

13. ВВП страны равен 5000 ден. ед., потребительские расходы – 3200, государственные расходы – 900, чистый экспорт – 80. Рассчитайте величину валовых инвестиций.

Индексы цен

14. Если номинальный ВВП страны за 2010 год составил 5 млрд ден. ед., а дефлятор ВВП в 2010 году равен 1,05, то реальный ВВП составил _____ млрд ден. ед.

15. Если номинальный ВВП страны за 2010 год равен 64 млрд ден. ед., а темп инфляции в 2010 году – 28 %, то реальный ВВП составил _____ млрд ден. ед.

16. В 1990 году номинальный ВВП составил 300 млрд долл. Через год дефлятор ВВП увеличился в 1,2 раза, а реальный ВВП вырос на 10 %. Определите номинальный ВВП в 1991 году, если 1990 год – базовый.

17. Предположим, что номинальный ВВП увеличился с 500 до 600 млрд долл., а дефлятор ВВП – со 125 до 150 %. Чему равна величина реального ВВП?

18. Допустим, что в экономике производится и потребляется три товара. Определите индекс потребительских цен в 2006 году, если 2005 год – базисный.

Товар	2005 год		2006 год	
	объем выпуска	цена	объем выпуска	цена
А	1500	4	1200	8
Б	1200	6	0	10
В	1200	10	1500	6

19. В экономике производятся только три товара: груши, гитары и гетры. Рассчитайте реальный ВВП и дефлятор ВВП в 2003 году, приняв за базовый 2002 год.

Товар	2002 год		2003 год	
	объем выпуска	цена	объем выпуска	цена
Груши	3	20	3	25
Гитары	35	6	40	5
Гетры	14	10	15	8

20. В стране производится только два товара: чай и кофе. Подсчитайте индекс Фишера 2003 года, приняв за базовый 2002 год.

Товар	2002 год		2003 год	
	объем выпуска	цена	объем выпуска	цена
Чай	1100	9	1000	6
Кофе	1200	4	1500	10

21. Рассчитайте дефлятор ВВП, если были произведены огурцы, помидоры и кабачки в количестве 100, 75 и 50 т соответственно и проданы по цене 100, 150 и 75 ден. ед. за 1 кг. В предыдущем году цены были: 60, 90 и 80 ден. ед. за 1 кг соответственно.

Межотраслевой баланс

22. Пусть по экономике страны, которая состоит только из трех отраслей, для отчетного года построен межотраслевой баланс и рассчитаны коэффициенты прямых затрат. Определить конечный спрос на продукцию трех отраслей.

Отрасль экономики	Коэффициенты прямых затрат продукции *i*-й отрасли на единицу продукции *j*-й отрасли (a_{ij})			Конечный спрос (y_{ij})	Выпуск (x_{ij})
	отрасль 1	отрасль 2	отрасль 3		
1	a_{11}=0,250	a_{12}=0,400	a_{13}=0,083	y_1= ?	x_1 =140
2	a_{21}=0,140	a_{22}=0,120	a_{23}=0,100	y_2= ?	x_2 =110

3	a_{31}=0,800	a_{32}=0,600	a_{33}=0,133	y_3= ?	x_3=420

23. Пусть по экономике страны, которая состоит только из двух отраслей, для отчетного года построен межотраслевой баланс и рассчитаны коэффициенты прямых затрат. Определить конечный спрос на продукцию двух отраслей.

Отрасль экономики	Коэффициенты прямых затрат продукции *i-й* отрасли на единицу продукции *j*-й отрасли (a_{ij})		Конечный спрос (y_{ij})	Выпуск (x_{ij})
	отрасль 1	отрасль 2		
1	a_{11}=0,2	a_{12}=0,3	y_1= ?	x_1 =476
2	a_{21}=0,5	a_{22}=0,5	y_2= ?	x_2 = 836

24. В экономике, состоящей из трех отраслей, технология производства характеризуется коэффициентами прямых затрат a_{ij}, представленными в таблице. При полном использовании производственных мощностей отрасль I может произвести 717,51; отрасль II – 1338,98; отрасль III – 1389,83 ед. продукции. Каков должен быть спрос на конечную продукцию этих отраслей, чтобы их производственные мощности использовались полностью?

Отрасль	I	II	III
I	0,1	0,2	0,2
II	0,3	0,2	0,4
III	0,3	0,4	0,1

Примеры решения типовых задач

1. Предположим, что имеется четырехстадийное производство, конечный продукт которого –1 кг хлеба: 1-я стадия – агропитомник продает агрофирме выращенные семена пшеницы и удобрения для производства зерна за 10 ден. ед.; 2-я стадия – агрофирма производит зерно, затрачивая при этом 60 ден. ед., и продает его за 70 ден. ед.; 3-я стадия – мельница покупает у агрофирмы зерно, производит муку, затратив 30 ден. ед., ипродает ее пекарне за 100 ден. ед.; 4-я стадия – пекарня выпекает хлеб, прибавив к стоимости муки 50 ден. ед., и продает его магазину за 150 ден. ед. Магазин, в свою очередь, продает 1 кг хлеба населению за 170 ден. ед. Найдите: стоимость конечного продукта, суммарную добавленную стоимость, величину исключаемого повторного счёта при расчёте ВВП.

Решение. В качестве конечного продукта в данном случае выступает 1 кг хлеба, который приобретают потребители и используют его по назначению – употребляют в пищу. Его стоимость – 170 ден. ед.

Суммарная добавленная стоимость равна стоимости конечного продукта. Порядок её формирования представлен ниже.

Стадия производства и реализации продукции	Стоимость продукции или сырья, ден. ед.	Добавленная стоимость, ден. ед.
1. Выращивание семян пшеницы и производство удобрений	10	10 – 0 = 10
2. Производство зерна	70	70 – 10 = 60
3. Помол муки	100	100 – 70 = 30
4. Выпекание хлеба и оптовая продажа	150	150 – 100 = 50
5. Розничная продажа	170	170 – 150 = 20
Всего	500	170

Величина исключаемого повторного счёта при расчёте ВВП равна сумме стоимостей промежуточной продукции – продукции, по отношению к которой цикл производства не завершён или она подлежит перепродаже: 10 + 70 + 100 + + 150 = 330 ден. ед.

2. Дано (в млрд руб.): личные потребительские расходы – 245; трансфертные платежи – 12; арендная плата – 14; амортизация – 27; взносы на социальные нужды – 20; проценты – 13; доход от собственности – 31; дивиденды – 16; чистый экспорт – 3; заработная плата наемных работников – 221; косвенные налоги на бизнес – 18; индивидуальные налоги – 26; нераспределенная прибыль корпораций – 21; прибыль корпораций – 56; налог на прибыль корпораций – 13; чистые инвестиции – 33; государственные закупки товаров и услуг – 72; чистый факторный доход – 4. Необходимо рассчитать: ВВП (по расходам и по доходам), ВНП, ЧНП, НД, ЛД, ЛРД.

Решение. Вначале рассчитаем ВВП с использованием метода по расходам по следующей формуле:

$$GIP = C + I_g + G + X_n,$$

гдеC – личные потребительские расходы (потребление), ден. ед.;

I_g – валовые инвестиции в экономику (инвестиции-брутто), ден. ед.; $I_g = I_n + I_r$;

I_n – чистые инвестиции (инвестиции-нетто), ден. ед.;

I_r– инвестиции замещения (направляются на обновление устаревших и изношенных основных фондов; финансируются за счёт амортизационных отчислений: $I_r = D$), ден. ед.;

D– амортизационные отчисления (амортизация), ден. ед.;

G– государственныезакупки товаров и услуг и др., ден. ед.;

X_n – чистый экспорт, ден. ед.; $X_n = X – Z$;

X – экспорт, ден. ед.;

Z – импорт, ден. ед.

Итак, GIP =245 + (33 + 27) + 72 + 3 = 380 млрд руб.

Рассчитаем ВВП с использованием метода по доходам по следующей формуле:

$$GIP = W + R + r + P + D + T_{\text{ind}},$$

где W– заработная плата наемных работников и надбавки к ней, ден. ед.;

R– рентные доходы, получаемые домохозяйствами в результате сдачи в аренду имущества (арендная плата), ден. ед.;

r– процент на ссудный капитал, ден. ед.;

P – доходы от собственности и прибыль корпораций, ден. ед.;

D– амортизационные отчисления, ден. ед.;

T_{ind} – косвенные налоги (налог на добавленную стоимость, акцизы, таможенные пошлины), ден. ед.

GIP =221 + 14 + 13 + (31 + 56) + 27 + 18 = 380 млрд руб.

Валовой национальный продукт (ВНП) определяется по формуле

$$GNP = GIP + NFP,$$

где NFP – чистый факторный доход, ден. ед.

GNP = 380 + 4 = 384 млрд руб.

Чистый национальный продукт (ЧНП) определяется по формуле

$$NNP = GNP – D,$$

NNP =384 – 27 = 357 млрд руб.

Национальный доход (НД) определяется по формуле

$$NI = NNP – T_{\text{ind}},$$

NI = 357 – 18 = 339 млрдруб.

Личный доход (ЛД, PI) рассчитывается следующим образом:

ЛД = национальный доход – взносы на социальные нужды – налог на прибыль корпораций – нераспределенная прибыль корпораций + дивиденды + трансфертные платежи.

PI = 339 – 20 – 13 – 21 + 16 + 12 = 313 млрд руб.

Личный располагаемый доход (ЛРД, *DI*) рассчитывается следующим образом:

ЛРД = ЛД – индивидуальные налоги (подоходный налог с физических лиц, налог на имущество физических лиц).

DI =313 – 26 = 287 млрд руб.

3. Допустим, что в экономике производится и потребляется три товара. Определите индекс Фишера в 2006 году, если 2005 год – базисный.

Товар	2005 год		2006 год	
	объем выпуска	цена	объем выпуска	цена
А	2000	10	1100	11
Б	1500	2	1200	10
В	1200	10	1500	6

Решение. Индекс Фишера – индекс, представляющий собой среднегеометрическое значение из индексов Ласпейреса и Пааше: $I_F = \sqrt{I_L \cdot I_P}$.

Индекс Ласпейреса – индекс, где в качестве весов представлен неизменный набор благ (потребительская корзина), определяется по формуле

$$I_L = \sum(p^i_1 \cdot q^i_0)/\sum(p^i_0 \cdot q^i_0),$$

гдеq^i_0 – количество блага *i*-го вида в базисном году;

p^i_0– цена блага *i*-го вида в базисном году;

p^i_1– цена блага *i*-го вида в текущем году.

I_L = (11 · 2000 + 10 · 1500 + 6 · 1200) / (10 · 2000 + 2 · 1500 + 10 х х 1200) = 1,263, или 126,3 %.

Индекс Пааше – индекс цен, где в качестве весов берутся количества благ, созданных в текущем году (изменяющийся набор благ),определяется по формуле

$$I_P=\sum(p^i_1 \cdot q^i_1)/\sum(p^i_0 \cdot q^i_1),$$

где q^i_1–количество блага *i*-го вида в текущем году.

I_P = (11 · 1100 + 10 · 1200 + 6 · 1500) / (10 · 1100 + 2 · 1200 + 10 хх1500) = 1,165,или 116,5 %.

$I_F = \sqrt{1{,}263 \cdot 1{,}165} = 1{,}213$, или 121,3 %.

4. Пусть по экономике страны, которая состоит только из двух отраслей, для отчетного года построен межотраслевой баланс и рассчитаны коэффициенты прямых затрат. Определить конечный спрос на продукцию двух отраслей.

Отрасль экономики	Коэффициенты прямых затрат продукции *i*-й отрасли на единицу продукции *j*-й отрасли (a_{ij})		Конечный спрос (y_i)	Выпуск (x_i)
	отрасль 1	отрасль 2		
1	a_{11}=0,2	a_{12}=0,3	y_1= ?	x_1 =440
2	a_{21}=0,5	a_{22}=0,5	y_2= ?	x_2 =840

Решение. Межотраслевой баланс, построенный с использованием модели «затраты – выпуск», характеризуется следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} x_1 = a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + y_1 \\ x_2 = a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + y_2, \end{cases}$$

гдеx_i – количество продукции *i*-й отрасли, ед.;

y_i – количество конечной продукции i-й отрасли, ед.

Отсюда $y_1 = x_1 – a_{11} \cdot x_1 – a_{12} \cdot x_2$,

$y_2 = x_2 – a_{21} \cdot x_1 – a_{22} \cdot x_2$.

Итак, $y_1 = 440 – 0{,}2 \cdot 440 – 0{,}3 \cdot 840 = 100$ ед.;

$y_2 = 840 – 0{,}5 \cdot 440 – 0{,}5 \cdot 840 = 200$ ед.

Тема 3.2. Макроэкономическое равновесие и макроэкономическая динамика

Модель AD-AS

1. В классической интерпретации модели *AD-AS* потенциальный ВВП равен 1200. В базисном году прямая совокупного спроса описывалась функцией: $Y = 1800 – 3P$, в текущем году: $Y = 1500 – 3P$, где P – уровень цен, %. На сколько изменился уровень цен в текущем году по сравнению с базисным при учёте эффекта храповика.

2. В кейнсианской интерпретации модели *AD-AS* уровень цен зафиксирован на уровне 130 %. В базисном году прямая совокупного спроса описывалась функцией: $Y = 1400 – 2P$, в текущем году: $Y = 1600 – 2P$. Как поменялся фактический ВВП в текущем году по сравнению с базисным? Решите задачу аналитическим и графическим методами.

3. Совокупное предложение характеризуется данными, представленными ниже.

Уровень цен	250	225	200	175	150	125	125	125
Реальный ВВП	2000	2000	1900	1700	1400	1000	500	0

Совокупный спрос представлен тремя вариантами.

Уровень цен		250	225	200	175	150	125	100
Реальный ВВП	I	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
	II	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500
	III	400	500	600	700	800	900	1000

Постройте график совокупного предложения и графики совокупного спроса, соответствующие трем вариантам. Определите равновесный объем ВВП и равновесный уровень цен для каждого из трех вариантов. Дайте их характеристику.

Модель Кейнса

4. Если при увеличении личного располагаемого дохода с 400 до 800 млн руб. сбережения домохозяйств увеличились с 40 до 160 млн руб., то на сколько процентов увеличилась средняя склонность к сбережению?

5. Линейные уравнения для графиков потребления и сбережения имеют следующую общую форму: $C = a + b \cdot Y$, $S = – a + (1 – b)\, Y$.

А. Постройте графики потребления и сбережений, используя данные таблицы:

Y, ден. ед.	0	100	200	300	400
C, ден. ед.	80	140	200	260	320

Б. Составьте уравнение потребления и сбережений. Определите равновесный уровень национального дохода для условий односекторной экономики.

В. Предположим, что объем сбережений при данном уровне Y падает на 20 ден. ед., а величины b, $(1 – b)$ остаются неизменными. Составьте уравнение потребления и сбережений с новыми числовыми значениями и найдите фактор, который мог бы вызвать это изменение.Определите новый равновесный уровень национального дохода.

Г. Определите мультипликатор личных потребительских расходов.

6. Функция потребления имеет вид: $C = 100 + 0{,}8Y$.

а) рассчитайте потребительские расходы (потребление) и сбережения при данных значениях дохода:

Доход	Потребление	Сбережение
600		
800		
1000		
1200		
1400		

б) постройте графики потребления и сбережений;

в) определите предельную склонность к потреблению и предельную склонность к сбережению;

г) определите равновесный уровень национального дохода;

д) рассчитайте мультипликатор личных потребительских расходов.

7. Увеличение национального дохода на 10 млрд долл. произошло в результате первоначальных инвестиций некой величины. Если *MPS* равна 0,2, то каков был размер этих первоначальных инвестиций?

8. В базовом году ВВП составил 2400 ден. ед., в текущем году – 2200 ден. ед. Снижение ВВП связано с уменьшением инвестиций на 40 ден. ед. при неизменности прочих компонентов совокупных расходов. Чему равна предельная склонность к сбережению?

9. Если функция сбережений описывается формулой: $S = -30 + + 0{,}1Y$, а автономные инвестиции равны 125 ден. ед., то каков будет равновесный уровень национального дохода в условиях двухсекторной экономики?

10. В экономике страны функция инвестиций определяется уравнением: $I = 40 + 0{,}4Y$, а функция сбережений – уравнением: $S = -20 + 0{,}6Y$. Определите равновесный уровень национального дохода.

11. Инвестиционный спрос в стране описывается функцией: $I = 1000 - 5000r$, где *r*измеряется в дол. ед. Функция потребления имеет вид: $C = 100 + 0{,}7Y$. Процентная ставка равна 10 %. Найти: а) объем инвестиций; б) равновесный уровень национального дохода.

12. Если реальный ВВП увеличился с 466 до 490 млрд ден. ед., расходы домашних хозяйств возросли на 10 млрд ден. ед. и инвестиционные расходы возросли на 6 млрд ден. ед., то чему равна величина мультипликатора инвестиционных расходов.

13. Реальный национальный доход изменился с 600 до 760 млрдден. ед., предельная склонность к потреблению равна 0,7, потребительские расходы базового периода равны 360 млрд ден. ед. Чему равна средняя склонность к потреблению отчетного года?

14. Если предельная склонность к сбережению равна 0,3, средняя склонность к сбережению в базовом периоде – 0,4, потребительские расходы изменились с 400 до 472 млрдден. ед., то чему равен реальный национальный доход в текущем периоде?

15. Если мультипликатор равен 5, то чему равна предельная склонность к потреблению?

16. Если уравнение потребления имеет вид $C = 200 + 0{,}8Y$, то при увеличении автономных инвестиций на 30 млрд ден. ед. равновесный ВВП увеличится на _____ млрд ден. ед.

17. Функция потребления задана формулой: $C = 100 + 0{,}2Y$. Определите величину равновесного национального дохода для односекторной экономики страны.

18. Если функция сбережений описывается формулой: $S = -40 + + 0{,}2Y$, а инвестиции равны 100 ден. ед., то какова будет величина равновесного национального дохода в условиях двухсекторной экономики страны?

19. Сбережения в экономике описываются следующей функцией: $S = -90 + 0{,}4Y$, $I = 40$. Чему равен совокупный доход в условиях равновесия двухсекторной экономики?

20. Потребление в экономике описывается следующей функцией: $C = 90 + 0{,}8Y$, инвестиции равны 60 ден. ед. Чему равен совокупный доход в условиях равновесия двухсекторной экономики?

21. Инвестиционный спрос в стране описывается функцией: I= 530 – 20 r, где r – процентная ставка, %. Функция потребления имеет вид: C = 30 + 0,7Y. Реальная процентная ставка равна 10 %. Найти величину равновесного национального дохода.

22. Функция сбережения задана формулой: S = – 80 + 0,2Y. Инвестиции равны 90 ден. ед, государственные закупки товаров и услуг – 40, экспорт – 30, импорт – 20. Определите величину равновесного национального дохода для односекторной, двухсекторной, трехсекторной и четырехсекторной экономики страны; покажите графически.

23. Заполните таблицу и сделайте соответствующие выводы.

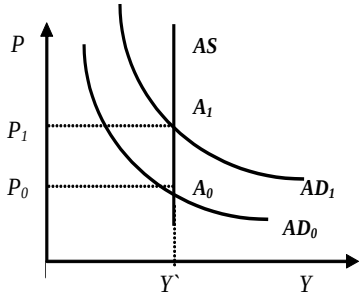
Y	C	S	ΔY	ΔC	ΔS	MPC	MPS
1000		0					
1100		10					
1200		30					
1300		60					
1400		110					

Примеры решения типовых задач

1. В классической интерпретации модели *AD-AS* потенциальный ВВП равен 2000 ден. ед. В базовом году прямая совокупного спроса описывалась функцией: Y = 2200 – 2P, в текущем году: Y= 2400 – 2P, где P – уровень цен, %. Как поменялся уровень цен в текущем году по сравнению с базисным? Решите задачу аналитическим и графическим методами.

Решение. В классической интерпретации модели *AD-AS*кривая совокупного предложения выглядит как вертикальная прямая, проводимая на уровне потенциального ВВП (Y` = 2000 ден. ед.). В данной ситуации увеличение совокупного спроса приводит к росту цен.

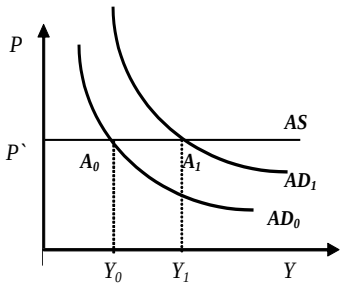
Находим уровень цен в базовом году, приравнивая совокупный спрос и совокупное предложение (AD = AS): 2000 = 2200 – 2P, P= 100 %. Подобным образом определяем уровень цен в текущем году: 2000 = 2400 – 2P, P= 200 %. Таким образом, уровень цен вырос на 100 %, или в 2 раза.



2. В кейнсианской интерпретации модели *AD-AS* уровень цен зафиксирован на уровне 150 %. В базовом году прямая совокупного спроса описывалась функцией: Y = 2100 – 2P, в текущем году: Y = 2200 – 2P, где P – уровень цен, %. Как поменялся реальный ВВП в текущем году по сравнению с базисным? Решите задачу аналитическим и графическим методами.

Решение. В кейнсианской интерпретации модели *AD-AS*кривая совокупного предложения выглядит как горизонтальная прямая, проводимая на уровне фиксированного индекса цен (P` = 150 %). В данной ситуации изменение совокупного спроса не влияет на уровень цен, но приводит к изменению реального ВВП.

Находим реальный ВВП в базовом году, подставляя в уравнение совокупного спроса фиксированное значение индекса цен: Y = 2100 – 2 х 150 = 1800 ден. ед. Подобным образом определяем реальный ВВП в текущем году: Y = 2200 – 2·150 = 1900 ден. ед. Таким образом, реальный ВВП вырос на 100 ден. ед.



3. Доход домохозяйства после уплаты налогов возрос по сравнению с прошлым годом с 200 до 220 млрд ден. ед., при этом потребление увеличилось на 15 млрд ден. ед. Определите предельную склонность к сбережению и предельную склонность к потреблению.

Решение. Предельная склонность к потреблению (*MPC*) – это часть прироста дохода, которая потребляется. *MPC*определяется по следующей формуле:

$$MPC = \Delta C / \Delta Y,$$

где ΔC – прирост потребления, ден. ед.;

ΔY – прирост дохода, ден. ед.

Предельная склонность к сбережению (*MPS*) – это часть прироста дохода, которая сберегается. *MPS* определяется по следующей формуле:

$$MPS = \Delta S / \Delta Y,$$

где ΔS – прирост сбережений, ден. ед.

Так как $C + S = Y$, то$\Delta C + \Delta S = \Delta Y$, $\Delta C / \Delta Y + \Delta S / \Delta Y = 1$, $MPC + MPS$=1.Отсюда, $MPS = 1 - MPC$.

Используя выше представленные формулы, рассчитаем необходимые показатели: $MPC = 15 / (220 - 200) = 0{,}75$; $MPS = 1 - 0{,}75 = 0{,}25$.

4. Каков должен быть прирост инвестиций при $MPS = 0{,}5$, чтобы обеспечить прирост дохода в 4000 ден. единиц? В 2000 ден. единиц?

Решение. Инвестиционный мультипликатор указывает на то, что если происходит приращение общей суммы инвестиций (осуществляются автономные инвестиции), то национальный доход увеличивается на сумму (ΔY), в m раз большую, чем сам прирост инвестиций (ΔI): $m = \Delta Y / \Delta I$.

По формуле $m = 1 / MPS$ находим значение инвестиционного мультипликатора: $m = 1/0{,}5 = 2$. Таким образом, для того чтобы получить прирост дохода в 4000 ден. ед., необходим прирост инвестиций в 2000 ден. ед. ($2000 \cdot 2 = 4000$), в 2000 ден. ед. – прирост инвестиций должен составить 1000 ден. ед. ($1000 \cdot 2 = 2000$).

5. Предельная склонность к сбережению составляет 0,25, автономное потребление – 100 ден. ед. Инвестиции равны 50 ден. ед, государственные закупки товаров и услуг – 200, экспорт – 140, импорт – 70. Определите величину равновесного национального дохода для односекторной, двухсекторной, трехсекторной и четырехсекторной экономики страны.

Решение. Условие равновесия национальной экономики: $Y = E$. Левая часть уравнения представляет собой национальный доход (Y), или совокупное предложение, правая часть иллюстрирует планируемые совокупные расходы (E), или совокупный спрос.

Условие равновесия односекторной экономики: $Y=C$. Учитывая типовую функцию потребления: $C = a + b \cdot Y$,где a–автономное потребление, $b = MPC$, и то, что $MPC = 1 - MPS$, получаем: $C = 100 + 0{,}75Y$. Находим величину равновесного национального дохода для односекторной экономики: $Y=100 + 0{,}75Y$, Y^*_1=400ден. ед.

Условие равновесия двухсекторной экономики: $Y=C + I$. Находим величину равновесного национального дохода: $Y=100 + 0{,}75Y + 50$, Y^*_2= 600 ден. ед.

Условие равновесия трехсекторной экономики: $Y=C + I + G$. Находим величину равновесного национального дохода: $Y=100 + 0{,}75Y + 50 + 200$, Y^*_3=1400ден. ед.

Условие равновесия четырехсекторной экономики: $Y=C + I + G + X_n$. Находим величину равновесного национального дохода: $Y=100 + + 0{,}75Y + 50 + 200 + (140 - 70)$, Y^*_4=1680 ден. ед.

6. Заполните таблицу и сделайте соответствующие выводы.

Y	*C*	*S*	*ΔY*	*ΔC*	*ΔS*	*MPC*	*MPS*
4000	3110						

5000	4000						
6000	4850						
7000	5600						
8000	6200						
9000	6730						

Решение. Используя следующие формулы: $S = Y – C$, $MPC = \Delta C / \Delta Y$, $MPS = \Delta S / \Delta Y$, заполним пустые ячейки таблицы.

Y	*C*	*S*	ΔY	ΔC	ΔS	*MPC*	*MPS*
4000	3110	890	–	–	–	–	–
5000	4000	1000	1000	890	110	0,89	0,11
6000	4850	1150	1000	850	150	0,85	0,15
7000	5600	1400	1000	750	250	0,75	0,25
8000	6200	1800	1000	600	400	0,60	0,40
9000	6730	2270	1000	530	470	0,53	0,47

Динамика *MPC* и *MPS* подтверждает действие основного психологического закона Кейнса: при росте личного располагаемого дохода абсолютно увеличиваются потребление и сбережения, но при этом относительная доля потребления уменьшается, а относительная доля сбережений увеличивается.

Темп инфляции

1. Имеются следующие данные о динамике уровня цен в стране: $ИПЦ_{1998}$ = 120 %, $ИПЦ_{1999}$ = 122 %, $ИПЦ_{2000}$ = 128 %, $ИПЦ_{2001}$ = 136 %, $ИПЦ_{2002}$ = 140 %. Проследите динамику уровня инфляции за представленный период.

2. В условную потребительскую корзину входят следующие продукты питания: 3 кг хлеба, 2 л молока, 1 кг колбасы. Цены продуктов питания представлены ниже.

Продукт	Цена базисного периода, ден. ед.	Цена текущего периода, ден. ед.
1 кг хлеба	5	6
1 л молока	7	9
1 кг колбасы	8	10

Индекс цен базисного периода – 110 %. Рассчитать темп инфляции за рассматриваемый период.

3. В условную потребительскую корзину входят следующие товары: еда (5 ед.), жилье (3 ед.), развлечения (4 ед.). Цены базового периода: 1 ед. еды – 14 долл.; 1 ед. жилья – 10 долл.; 1 ед. развлечения – 5 долл. Цены текущего периода: 1 ед. еды – 30 долл.; 1 ед. жилья – 20 долл.; 1 ед. развлечения – 6 долл. Индекс цен базового периода – 100 %. Рассчитать темп инфляции в текущем периоде.

4. Предположим, что индекс потребительских цен учитывает только два товара: еду и жилье. Доля продуктов питания – 0,33, а жилья – 0,67. Цены на продукты питания выросли на 20 %, а на жилье снизились на 2 %. Каков темп инфляции за год?

5. Инфляционным налогом называют часть доходов, сгорающих в огне инфляции. Инженер подрядился сделать работу в течение месяца за 2000 руб. Определите «инфляционный налог», или сколько потеряет инженер, потому что не получил плату вперед, при инфляции, равной 50% в месяц.

6. На основании следующих данных рассчитайте инфляционный налог: темп инфляции составляет 40 % в год, наличность – 5 млнруб., депозиты – 15 млн руб. Номинальная процентная ставка – 30 %.

7. Как изменится темп инфляции в стране, если при фактическом уровне безработицы 7 %, ожидаемом темпе инфляции 9,5 % и коэффициенте эластичности

инфляции по уровню безработицы 0,8 естественный уровень безработицы снизился с 6 до 5 %? Что при этом произойдёт с кривой Филлипса?

Показатели экономического роста

8. Заполните пустые ячейки таблицы.

Показатели	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год
Номинальный ВВП, трлн руб.	500	622	600	880	980
Индекс цен (дефлятор)	1,2	1,3	0,9	1,4	1,1
Реальный ВВП, трлн руб.					
Темп роста номинального ВВП, %					
Темп роста реального ВВП, %					
Темп прироста номинального ВВП, %					
Темп прироста реального ВВП, %					

Примеры решения типовых задач

1. Рассчитайте темп инфляции для каждого года, если базовым годом считать каждый предыдущий, и сделайте вывод о виде наблюдаемой инфляции.

Годы	Индекс цен, %
1	100
2	114
3	125
4	129

Решение. При расчёте темпа инфляции используем формулу

$$\pi = ((P_1 - P_0) / P_0) \cdot 100\ \%,$$

где P_1 и P_0 – индексы (уровни) цен текущего и базисного периодов соответственно, %.

В качестве базисного периода рассматриваем предыдущий год. Получаем результаты, представленные в таблице.

Годы	Индекс цен, %	Темп инфляции, %
1	100	–
2	114	14,00
3	125	9,65
4	129	3,20

В зависимости от темпов инфляции, она делится: на умеренную (ползучую) – до 10 % в год; галопирующую – от 10 до 200 % в год; гиперинфляцию – свыше 200 % в год. В данном случае наблюдается умеренная инфляция.

2. Объем депозитов в 3 раза превышает объем наличности при денежной массе, равной 5000 млрд руб. Рассчитайте величину инфляционного налога, если темп инфляции равен 20 % в год, а номинальная ставка процента 18 % годовых.

Решение. Денежная масса, равная 5000 млрд. рублей, состоит из наличности(C)и депозитов(D), что, исходя из условий задачи, соответствует 1250 + 3750. Расчет инфляционного налога ведется по формуле

$$IT = \pi \cdot C + (\pi - i) \cdot D,$$

где IT – сумма инфляционного налога, ден. ед.;

π– темп инфляции, дол.ед.;

i– номинальная ставка процента, дол. ед.

Подставив в данную формулу исходные данные, получим

$IT = 0{,}2 \cdot 1250 + (0{,}2 - 0{,}18) \cdot 3750 = 325$.

Таким образом, величина инфляционного налога составляет 325 млрд руб.

3. Реальный ВВП страны в 2005 г. составил 150 ден. ед., в 2006 г. – 160 ден. ед. Определить темпыроста и прироста ВВП.

Решение.

Темп роста ВВП = $(Y_1 / Y_0) \cdot 100$ %,

где Y_1 – объем реального ВВП в отчетном периоде, ден. ед.;

Y_0 – объем реального ВВП в базисном периоде, ден. ед.

Темп роста ВВП = $(160 / 150) \cdot 100$ % = 106 %.

Темп прироста ВВП = $((Y_1 - Y_0) / Y_0) \cdot 100$ %.

Темп прироста ВВП =$((160 - 150) / 150) \cdot 100$ % = 6 %.

Тема 3.3. Деньги, кредит, банки. Кредитно-денежная политика

Денежное обращение

1. Если реальный ВВП увеличится в 1,12 раза, а денежная масса возрастет на 14 %,то что произойдет с уровнем цен при стабильной скорости обращения денег?

2. В таблице приведены данные о номинальном объеме ВВП и денежной массе США (млрд долл.).

Год	M_1	M_2	Номин. ВВП	V_1	V_2
1969	209	392,5	963,9		
1971	234	471,9	1102,7		
1973	270,5	571,4	1359,3		
1975	295,5	664,7	1598,4		
1977	338,5	809,5	1990,5		

Сравните скорость обращения денег в США, исчисленную на основе M_1 и M_2, за указанный в таблице период.

3. В среднем за год денежный агрегат M_2и ВВП в РФ составили величину, представленную в таблице. Рассчитайте коэффициент монетизации и скорость денежного обращения за указанные годы, сделайте соответствующие выводы.

Показатели	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
M_2, трлн руб.	12,9	13,0	15,3	20,0	24,5	27,4	31,4
ВВП, трлн руб.	33,2	41,3	38,8	46,3	56,0	62,2	66,8

Денежный рынок. Спрос на деньги. Предложение денег

4. Трансакционный спрос на деньги составляет 300 млрд долл. Спекулятивный спрос на деньги представлен в таблице.

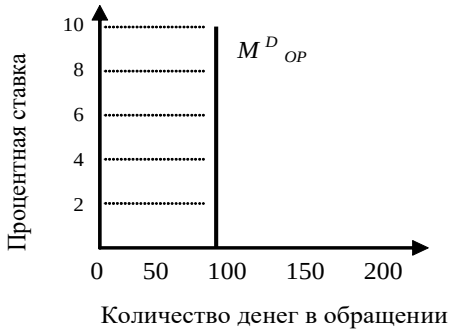
Ставка процента, %	Объем спроса на деньги, млрд долл.	
	спекулятивный	общий
14	30	?
13	50	?
12	70	?
11	90	?

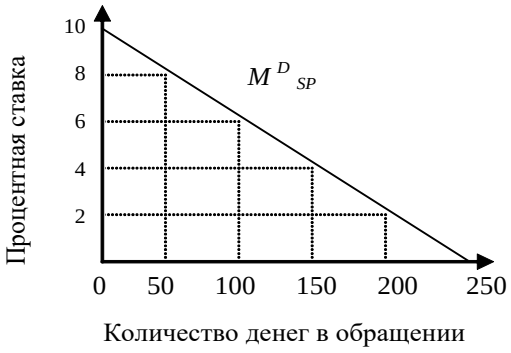
А. Определите общий спрос на деньги.

Б. Предложение денег составляет 370 млрд долл. Определите равновесную процентную ставку.

В. Определите величину равновесной процентной ставки, если предложение денег сократилось до 350 млрд долл.

5. Рассмотрите графики операционного и спекулятивного спроса на деньги. Постройте график общего спроса на деньги, найдите точку равновесия на денежном рынке при предложении денег 250 млрд долл.





6. Трансакционный спрос на деньги составляет 400 млрд долл.

А. Определите общий спрос на деньги при имеющихся данных по спекулятивному спросу.

Ставка процента, %	Спекулятивный спрос на деньги, млрд долл.
11	90
10	110
9	130
8	150

Б. Предложение денег составляет 510 млрд долл. Определите равновесную процентную ставку.

В. Определите равновесную процентную ставку, если предложение денег возросло до 530 млрд долл.

7. Предположим, что каждый доллар США, предназначенный для сделок, обращается в среднем 5 раз в год. Номинальный ВВП составляет 2000 млрд долл.

А. Определите величину спроса на деньги для сделок.

Б. В таблице показана величина спроса на деньги в целях накопления при различных ставках процента. Определите общий спрос на деньги.

Ставка процента, %	Объем спроса на деньги как средство накопления, млрд долл.
15	20
14	40
13	60
12	80
11	100
10	120
9	140

В. Предложение денег составляет 460 млрд руб. Определите равновесную ставку процента.

Модель IS-LM

8. Спрос домашних хозяйств на отечественные блага характеризуются функцией $C = 50+0{,}5Y$, а спрос предпринимателей на инвестиции задан формулой $I = 400 – 50r$. Государство закупает товаров и услуг на 100 ед. Вывести уравнение линии *IS*.

9. Заданы функции, определяющие поведение экономических субъектов на рынках благ и денег: $C = 50 + 0{,}6Y$; $I = 200 - 20r$; $M^D_{OP} = 0{,}4Y$; $M^D_{SP} = 500 - 50r$, где r – реальная процентная ставка, %. В обращении находится 400 ден. ед.Определите ситуацию совместного равновесия на рынках благ и денег.

10. Заданы функции, определяющие поведение экономических субъектов на рынках благ и денег: $C = 50 + 0{,}6Y$; $I = 200 - 20r$; $M^D_{OP} = 0{,}4Y$; $M^D_{SP} = 500 - 50r$, где r – реальная процентная ставка, %. В обращении находится 400 ден. ед.Как они распределятся между M^D_{OP} и M^D_{SP} при достижении совместного равновесия на рынках благ и денег?

Кредит. Создание кредитных денег

11. Какие формы кредита используются в каждом из нижеперечисленных случаев?

1) молодая семья берет кредит в банке сроком на несколько лет для покупки мебели;

2) государство выпускает облигационный заем для частичного погашения дефицита госбюджета;

3) завод по производству автомобильных двигателей поставляет автомобильному заводу партию своего товара с отсрочкой платежа;

4) коммерческий банк берет у другого коммерческого банка кредит.

12. В коммерческий банк внесен депозит на сумму 5000 руб. Норма обязательного банковского резервирования равна 5 %. Определить: а) какой максимальный кредит может выдать данный коммерческий банк; б) какой кредит может выдать банковская система в целом.

13. Чему будет равен общий прирост денежной массы в стране, если при норме обязательного банковского резервирования 20 % первоначальное увеличение депозитов составило 500 долл.?

14. Норма обязательного банковского резервирования равна 0,25. Объем депозитов в два раза больше наличности. Подсчитайте денежный мультипликатор с учетом наличности.

Коммерческие банки

15. Собственный капитал банка равен 7 млн руб., заемный – 23 млн руб.; ставка процента по ссудам (кредитный процент) – 14 %, по вкладам (депозитный процент) – 7 %. Расходы банка по выдаче кредита составляют 0,8 млн руб., по приему вкладов – 0,3 млн руб. Определите прибыль банка, если в кредит отдается 20 млн руб.

16. На основе баланса коммерческого банка определить следующее: 1) величину высоколиквидных активов банка, не приносящих ему доход; 2) величину кредитного портфеля банка; 3) величину инвестиционного портфеля банка; 4) величину собственных средств банка; 5) размер заемных средств банка; 6) величину обязательных и избыточных резервов банков, если норма обязательных резервов составляют 10 %.

АКТИВ		ПАССИВ	
Наличные деньги	200	Уставный капитал	200
Резервы в ЦБ	200	Вклады до востребования	100
Кредиты	200	Срочные вклады	250
Ценные бумаги	100	Нераспределенная прибыль	150
БАЛАНС	700	БАЛАНС	700

17. Даны балансы двух коммерческих банков. Необходимо оценить их деятельность с точки зрения дилеммы «прибыльность – ликвидность».

Банк А

АКТИВ		ПАССИВ	
Наличные деньги	100	Уставный капитал	200

Банк В

АКТИВ		ПАССИВ	
Наличные деньги	80	Уставный капитал	100

Резервы	50	Счета до востребования	500
Ссуды	350		
Ценные бумаги	200		
	700		700

Резервы	60	Счета до востребования	540
Ссуды	350		
Ценные бумаги	150		
	640		640

Примеры решения типовых задач

1. Если реальный ВВП увеличится в 1,2 раза, а денежная масса возрастет на 8 %, то что произойдет с уровнем цен при стабильной скорости обращения денег?

Решение. Используем модификацию уравнения Фишера, отражающую «монетарное правило» М. Фридмена:

$$\Delta M+\Delta V = \Delta P+\Delta Y,$$

где ΔM – прирост количества денег в обращении, %;

ΔV – прирост скорости обращения денег, %;

ΔP– прирост общего уровня цен (темп инфляции), %;

ΔY – прирост реального объема производства, т.е. реального ВВП,%.

Таким образом, $\Delta P = \Delta M+\Delta V - \Delta Y$, ΔP = 8 % + 0 % – 20 % = – 12 %. Уровень цен снизится на 12 %.

2. По данным, представленным ниже, определите по годам скорость обращения денег в России за указанный период и коэффициент монетизации, сделайте соответствующие выводы.

Показатели	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
M_2, трлн руб.	0,4	0,7	4,0	21,9	65,2	159,3	255,4
ВВП, трлн руб.	0,6	1,4	19,0	171,5	611,0	1658,3	2145,3

Решение. Скорость обращения денег рассчитываем на основании использования уравнения И. Фишера:

$$M\cdot V = P\cdot Y,$$

где M – прирост количества денег в обращении, ден. ед.;

V –скорость обращения денег, количество оборотов в год;

P– общий уровень цен, дол. ед.;

Y – реальный объем производства, т.е. реальный ВВП, ден. ед.

Таким образом, $V = P\cdot Y / M$.

Учитывая, что коэффициент монетизации является обратной величиной скорости обращения денег и выражается в %, получаем следующую формулу:$k = (M\cdot 100\ \%) /(P\cdot Y)$.

Итоги расчётов представлены ниже.

Показатели	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
V	1,50	2,00	4,75	7,83	9,37	10,41	8,40
k, %	67	50	21	13	11	10	12

На основании полученных результатов можно сделать соответствующие выводы. С 1990 по 1995 гг. наблюдался рост скорости обращения денег и одновременно снижение коэффициента монетизации, что свидетельствует о том, что величина денежной массы уменьшалась по сравнению со стоимостью создаваемой продукции. Улучшение ситуации наблюдалось в 1996 г.

3. Операционный спрос на деньги составляет 500 млрд руб. Спекулятивный спрос в зависимости от процентной ставки представлен в таблице.

Ставка процента, %	Спекулятивный спрос на деньги, млрд долл.
14	30
13	50
12	70
11	90
10	110
9	130
8	150

А. Определите общий спрос на деньги.

Б. Предложение денег составляет 630 млрд руб. Определите равновесную ставку процента.

В.Определите величину равновесной ставки процента, если предложение денег выросло до 650 млрд руб.; сократилось до 550 млрд руб.

Решение.

А. Суммируя последовательно спекулятивный и операционный спрос на деньги, получим следующие значения общего спроса на деньги:

Ставка процента, %	Спекулятивный спрос на деньги, млрд долл.	Общий спрос на деньги, млрд долл.
14	30	530
13	50	550
12	70	570
11	90	590
10	110	610
9	130	630
8	150	650

Б. Равновесная ставка процента характеризует равновесие на денежном рынке, что предполагает равенство общего спроса на деньги и предложения денег. При предложении денег в 630 млрд руб. равновесная ставка процента, как видно из таблицы, будет равна 9 %.

В.При увеличении предложения денег до 650 млрд руб. и сокращения до 550 млрд руб. равновесная ставка процента будет соответственно составлять 8 и 13 %.

4. В коммерческий банк внесен депозит на сумму 10000 руб. Норма обязательного банковского резервирования равна 25 %. Определить, какой максимальный кредит может выдать: а) данный коммерческий банк; б) банковская система в целом.

Решение. Максимальный кредит, который может выдать данный коммерческий банк, определяется по формуле

$$К = D – R_{об},$$

где D – первоначальный депозит, ден. ед.;

$R_{об}$– обязательные резервы коммерческого банка, ден. ед.;

$$R_{об} = r_{об} \cdot D,$$

где$r_{об}$– норма обязательного банковского резервирования, дол.ед.

К = 10000 – 0,25 · 10000 = 7500 руб.

Под максимальным кредитом, который может выдать банковская система в целом, понимается созданная кредитно-денежная масса (M) в результате внесения денежных средств в банковскую систему:

$$M = D \cdot 1/r_{об},$$

где $1/r_{об}$ представляет расчёт банковского (депозитного) мультипликатора, показывающего, во сколько раз созданная кредитно-денежная масса больше первоначального депозита.
Итак, $M = 10000 \cdot 1/0{,}25 = 40000$ руб.

5. Даны балансы двух коммерческих банков. Необходимо их оценить с точки зрения решения дилеммы «прибыльность – ликвидность».

Банк А

АКТИВ, ден. ед.		ПАССИВ, ден. ед.	
Наличные деньги	200	Уставный капитал	100
Резервы в ЦБ	200	Вклады до востребования	100
Кредиты	100	Срочные вклады	350
Ценные бумаги	100	Прибыль банка	50
БАЛАНС	600	БАЛАНС	600

Банк Б

АКТИВ, ден. ед.		ПАССИВ, ден. ед.	
Наличные деньги	50	Уставный капитал	100
Резервы в ЦБ	100	Вклады до востребования	200
Кредиты	450	Срочные вклады	400
Ценные бумаги	200	Прибыль банка	100
БАЛАНС	800	БАЛАНС	800

Решение. Основными показателями, характеризующими деятельность коммерческого банка, являются: *платежеспособность (ликвидность)* – способность банка своевременно и в полном объеме обеспечивать выполнение своих обязательств перед клиентами – и*прибыльность* – способность банка получать от своей деятельности прибыль. Обеспечение полной платежеспособности (ликвидности) банком возможно в ситуации неиспользования вкладов клиентов (невыдачи кредитов). Однако прибыльность банковской деятельности как раз и обеспечивается привлечением средств по низкой процентной ставке и последующей выдачей кредитов по более высокой процентной ставке. Поэтому перед банком всегда существует дилемма «прибыльность – ликвидность».

Банк А больше ориентирован на обеспечение своей ликвидности (платёжеспособности), так как доля его высоколиквидных активов, не приносящих ему доход больше, чем доля доходных активов, обеспечивающих прибыльность банка:

(200 + 200) / 600 > (100 + 100) / 600, 2/3 > 1/3.

Банк Б больше ориентирован на обеспечение свой прибыльности, так как доля его доходных активов, обеспечивающих прибыльность банка.больше доли высоколиквидных активов, не приносящих ему доход:

(50 + 100) / 800 < (450 + 200) / 800, 3/16 < 13/16.

6. В экономике с постоянным уровнем цен ($P = 4$) и отсутствием государственного вмешательства предприниматели ежегодно инвестируют в производство 100 ед. независимо от уровня реальной процентной ставки, а коэффициент чувствительности инвестиций к динамике процентной ставки равен 20. Население имеет предельную склонность к потреблению 0,5, а когда его доход достигнет 180 ед., оно доводит свой объем сбережений до 40 ед. В обращении находится 320 денежных единиц. Операционный спрос на деньги представлен функцией: $M^D_{OP} = 0{,}8Y$, спекулятивный спрос на деньги: $M^D_{SP} = 120 - 40r$.

А. Составьте уравнение *IS*.

Б. Составьте уравнение *LM*.

В. Определите долю операционного и спекулятивного спроса в общем объеме спроса на деньги в условиях совместного равновесия на рынках благ и денег.

Решение.

А. Составляем уравнение*IS.*

На основании представленных данных выводим функции: инвестиций $I = 100 – 20r$, потребления $C = 50 + 0{,}5Y$, сбережений $S = – 50 + 0{,}5Y$.

Условие равновесия на рынке благ: $I = S$.

$100 – 20r = – 50 + 0{,}5Y$, отсюда уравнение *IS*: $Y = 300 – 40r$.

Б. Составляем уравнение *LM*.

$M^D = M^D_{SP} + M^D_{OP}$. Так как $M^D_{OP} = 0{,}8Y$ и $M^D_{SP} = 120 – 40r$, то $M^D = 0{,}8Y + (120 – 40r)$.

Условие равновесия на рынке денег: $M^S = M^D$.

$320 = 0{,}8Y + (120 – 40r)$.Уравнение *LM:* $Y = 250 + 50r$.

В. Решаем систему уравнений:$Y = 300 – 40r$, $Y = 250 + 50r$.При решении системы уравнений находим равновесный национальный доход ($Y^* = 278$ ден. ед.) и равновесную процентную ставку ($r^* = 0{,}56$ %).

Отсюда $M^D_{OP} = 0{,}8 \cdot 278 = 222{,}4$ ден. ед. (или 69,5 % от денежной массы страны), $M^D_{SP} = 120 – 40 \cdot 0{,}56 = 97{,}6$ ден. ед. (или 30,5 % от денежной массы страны).

7. С использованием модели *IS-LM*представьте последствия наступления следующих событий:

а) снижение предельной склонности к сбережению;

б) при каждой ставке процента объем инвестиций увеличивается;

в) скорость обращения денег снижается;

г) предложение денег увеличивается;

д) спрос на деньги как средство накопления снижается;

е) подоходный налог увеличивается;

ж) экспорт страны увеличивается.

Решение. Последствия наступления представленных событий отражены ниже.

Событие	На состоянии какого рынка отразится	График какой функции и как изменится	Что произойдет на графике модели *IS-LM*	Направление изменения *Y*	Направление изменения *r*
а	благ	$C\uparrow$	*IS* вверх-вправо	↑	↑
б	благ	$I\uparrow$	*IS*вверх-вправо	↑	↑
в	денег	$M^S\downarrow$	*LM* вверх-влево	↓	↑
г	денег	$M^S\uparrow$	*LM* вниз-вправо	↑	↓
д	денег	$M^D_{SP}\downarrow$	*LM* вниз-вправо	↑	↓
е	благ	$C\downarrow$	*IS*вниз-влево	↓	↓
ж	благ	$Xn\uparrow$	*IS*вверх-вправо	↑	↑

Тема 3.4. Государственные финансы и налогообложение. Бюджетно-налоговая политика

Налоги

1. В таблице приведены данные о размере налогооблагаемого дохода и уровне предельных ставок налога. На основании имеющихся данных заполните таблицу. Сопоставьте динамику предельных и средних ставок налога. Сделайте выводы о характере данного налога (прогрессивный, пропорциональный, регрессивный).

Доход, млнден.ед.	Налог, млнден.ед.	Средняя налоговая ставка, %	Предельная налоговая ставка, %
12,5	2,50		-
22,5	4,95		24,5
32,5			26,0
42,5			28,5
52,5			32,0
62,5			36,0

2. Рассчитайте средние и предельные налоговые ставки по данным таблицы и укажите, является ли налог прогрессивным, регрессивным или пропорциональным.

Y	*T*	*ATR*	*MTR*
1 000	0		
2200	220		
4800	576		
6400	896		

3. Имеются следующие данные о размере налогооблагаемой базы и общей суммы уплачиваемого налога.

Размер налогооблагаемой базы, млн ден. ед.	10	30	50	80
Общая сумма налога, млн ден. ед.	1.2	4.5	8.8	20

Чему равна средняя ставка налога для 10, 30, 50 и 80млнден. ед.? Чему равна предельная ставка налога при изменении налогооблагаемой базы от 10 до 30, от 30 до 50, от 50 до 80 млн ден. ед.? Определите тип системы налогообложения.

4. Приведенная ниже таблица представляет данные о гипотетической налоговой системе.

Скорректированный совокупный доход, руб.	Вычеты из дохода и освобождение от уплаты налога, руб.	Налогооблагаемый доход, руб.	Личный подоходный налог, руб.
5000	5000		0
10000	9000		150
20000	12000		1200
50000	20000		4500
100000	30000		14500
500000	100000		97000

Просчитайте предельные и средние ставки налогов для каждого значения налогооблагаемого дохода в таблице. Определите, налоговая система является прогрессивной, пропорциональной или регрессивной?

5. Рассчитайте величину добавленной стоимости, налога на добавленную стоимость (НДС) и цену продукции с учётом НДС, если ставка налога 18 %.

Наименование производственной стадии	Покупатель продукции на каждой производственной стадии	Цена продукции, ден. ед.
1. Добыча боксита	Глиноземный завод	50
2.Производство глинозема	Алюминиевый завод	80
3. Выплавка алюминия	Металлургический завод	110
4. Металлопрокат	Потребитель	255

Государственный бюджет

6. ВВП в условиях полной занятости составляет 30 млрд долл. Фактический объем ВВП = 26 млрд долл. Сумма налогов составляет 10 % от величины ВВП. Государственные расходы на товары и услуги равны 1,8 млрд долл., государственные трансферты – 0,1 млрд долл., выплаты по государственному долгу – 0,2 млрд долл. Определите сальдо государственного бюджета в условиях неполной и полной занятости.

7. ВВП в условиях полной занятости составляет 50 млрд долл. Фактический объем ВВП равен 44 млрд долл. Налоговые поступления в госбюджет составляют 30 % от величины ВВП. Государственные расходы на закупку товаров и услуг равны 9,2 млрд долл., государственные трансферты – 2 млрд долл. Определите сальдо государственного бюджета в условиях неполной и полной занятости.

8. В таблице приведены данные об уровне цен и государственном бюджете. Основываясь на этой информации, заполните таблицу полностью.

Год	Уровень цен, дол.ед.	Налоги, ден. ед.	Гос. расходы, ден. ед.	Сальдо госбюджета, ден. ед.	Номинальный гос. долг, ден. ед.	Реальный гос. долг, ден. ед.
1	1,00	100	120			
2	1,11	110	140			
3	1,20	120	130			
4	1,30	130	135			
5	1,52	140	145			

Бюджетно-налоговая политика

10. Предположим, что стимулирующая бюджетно-налоговая политика, в рамках которой государственные расходы увеличиваются на 20 млн руб., приводит в краткосрочном периоде к росту национального дохода на 80 млн руб. Определите величину мультипликатора государственных расходов.

11. Модель экономики страны А характеризуется следующими исходными данными: $C = 100 + 0{,}7Y$, гдеC – плановые потребительские расходы,Y – располагаемый доход;$G = 200$, G – государственные расходы; $I= 100$, I – валовые инвестиции. Определите величину мультипликатора государственных расходов.

12. Предположим, что равновесный объем ВВП равен 2000 ден. ед., $MPC = 0{,}5$. Правительство решает увеличить государственные закупки на 200 ден. ед., но при этом не менять уровень равновесного ВВП. Как этого добиться?

13. Пусть $MPC = 0{,}5$. Определите, чему равен мультипликатор государственных расходов и налоговый мультипликатор. Почему налоговый мультипликатор меньше мультипликатора государственных расходов?

14. Функция потребления имеет вид $C = 100 + 0{,}8Y$. Государственные расходы выросли на 2. Чему равно изменение равновесного уровня национального дохода?

15. Функция потребления имеет вид:$C= 100 + 0{,}8Y$. Налоги сократились на 2. Чему равно изменение равновесного уровня дохода?

16. Модель экономики страны А характеризуется следующими исходными данными:

C – плановые потребительские расходы, $C = 200 + 0{,}8Y$;

Y – национальный доход, $Y = GIP – T$;

G– государственные расходы, $G= 300$;

I – частные плановые инвестиции, $I = 200$.

А. Постройте кривую плановых потребительских расходов для экономики страны А.

Б. Постройте кривую совокупных расходов для экономики страны А.

В. Рассчитайте и покажите на рисунке равновесный объем ВВП для закрытой модели экономики.

Г. Определите величину мультипликатора государственных расходов.

Д. Определите величину налогового мультипликатора.

Е. Определите новый равновесный объем ВВП, если государственные расходы возросли до 600 ден. ед., а все прочие показатели развития экономики страны А остались без изменения.

Ж. Определите новый равновесный объем ВВП, если инвестиции возросли до 500 ден. ед., а все прочие совокупные расходы в экономике страны А остались без изменения.

З. Определите новый равновесный объем ВВП, если налоги выросли до 600 ден. ед., а все прочие показатели остались без изменения.

И. Определите новый равновесный объем ВВП, если одновременно произошло увеличение налогов до 600 ден. ед. и государственных расходов до 600 ден. ед., а все прочие показатели остались без изменения.

Примеры решения типовых задач

1. В таблице приведены условные данные о размере налогооблагаемого дохода и уровне предельных ставок налога. На основании имеющихся данных заполните таблицу. Сопоставьте динамику предельных и средних ставок налога. Сделайте выводы о характере данного налога.

Доход, ден. ед.	Налог, ден. ед.	Средняя налоговая ставка, %	Предельная налоговая ставка, %
125	25	20	–
225	50	22,2	25,0
325			26,0
425			28,5
525			32,0

Решение. Предельная налоговая ставка – ставка обложения налогом дополнительной единицы дохода или стоимости имущества– определяется как отношение прироста выплачиваемых налогов (ΔT), поделенного на прирост дохода (ΔY): $MTR = (\Delta T / \Delta Y) \cdot 100$ %.

Используя формулу предельной налоговой ставки, определяем прирост выплачиваемых налогов: $\Delta T = MTR \cdot \Delta Y / 100$ %. Учитывая то, что $\Delta Y = 100$ ден. ед., получаем $\Delta T = MTR$ (ден. ед.). Находим величину выплачиваемых налогов по формуле: $T_{t+1} = T_t + MTR_{t+1}$.

Средняя налоговая ставка – ставка обложения всей суммы налогооблагаемого дохода или стоимости имущества– определяется как отношение величины выплачиваемых налогов (T), поделенной на величину дохода (Y): $ATR = (T / Y) \cdot 100$ %.

Результаты расчётов приведены в таблице. Так как наблюдается рост налоговой ставки по мере возрастания величины объекта налогообложения, налог является прогрессивным.

Доход, ден. ед.	Налог, ден. ед.	Средняя налоговая ставка, %	Предельная налоговая ставка, %
125	25,0	20,0	–
225	50,0	22,2	25,0
325	76,0	23,4	26,0
425	104,5	24,6	28,5
525	136,5	26,0	32,0

2. ВВП в условиях полной занятости равен 20 млрд долл. Фактический объем ВВП составляет 16 млрд долл. Сумма налогов составляет 10 % от величины ВВП. Государственные расходы на товары и услуги равны 1,8 млрд долл., государственные

трансферты – 0,1 млрд долл.Определите фактическое, структурное и циклическое сальдо государственного бюджета.

Решение. Фактическое сальдо государственного бюджета – разница между фактическими доходами и расходами государственного бюджета (в условиях неполной занятости):

$$С_ф = T_ф – (G + TR),$$

где $T_ф$ – сумма налогов в условиях неполной занятости, ден. ед.; $T_ф = 0{,}1Y$; итак, $T_ф = 0{,}1 \cdot 16 = 1{,}6$ млрд долл.

$С_ф = 1{,}6 – (1{,}8 + 0{,}1) = – 0{,}3$ млрд долл. Наблюдается фактический бюджетный дефицит.

Структурное сальдо государственного бюджета – разница между доходами и расходами государственного бюджета, рассчитанная для уровня национального дохода, соответствующего полной занятости, т. е. потенциального ВВП:

$$С_с = T_с – (G + TR),$$

где $T_с$ – сумма налогов в условиях неполной занятости, ден. ед.; $T_с = 0{,}1Y$; итак, $T_с = 0{,}1 \cdot 20 = 2$ млрд долл.

$С_с = 2 – (1{,}8 + 0{,}1) = 0{,}1$ млрд долл.Наблюдается структурный бюджетный профицит.

Циклическое сальдо государственного бюджета – разница между фактическим и структурным сальдо государственного бюджета:

$$С_ц = С_ф – С_с.$$

$С_ц = – 0{,}3 – 0{,}1 = – 0{,}4$ млрд долл. Наблюдается циклический бюджетный дефицит.

3. Предположим, что фактический ВВП равен 2000 ден. ед., равновесный ВВП составляет 2600 ден. ед., $MPC = 0{,}75$. Какие изменения в бюджетно-налоговой политике должны произойти, чтобы экономическая система пришла в состояние макроэкономического равновесия?

*Решение.*Для того чтобы экономическая система пришла в состояние макроэкономического равновесия путём прироста ВВП на 600 ден. ед.,необходимо осуществить стимулирующую бюджетно-налоговую политику, предполагающую рост государственных расходов или снижение налогов.

Если государственные расходы увеличиваются на ΔG, то ВВП возрастает на величину $\Delta Y = \Delta G \cdot m_g$, где m_g – мультипликатор государственных расходов. Отсюда $\Delta G = \Delta Y / m_g$.

Для определения мультипликатора государственных расходов может быть использована следующая формула:

$$m_g = 1 / (1 – b),$$

где $b = MPC$ – предельная склонность к потреблению, дол.ед.

Таким образом, $m_g = 1 / (1 – 0{,}75) = 4$.

$\Delta G = 600 / 4 = 150$ ден. ед.

Если налоговые отчисления снижаются на ΔT, то ВВП возрастает на величину $\Delta Y = \Delta T \cdot m_t$, где$m_t$ – налоговый мультипликатор. Отсюда $\Delta T = = \Delta Y / m_t$.

Для определения налогового мультипликатора может быть использована следующая формула:

$$m_t = – b / (1 – b).$$

Таким образом, $m_t = – 0{,}75 / (1 – 0{,}75) = – 3$.

$\Delta T = 600 / (– 3) = – 200$ ден. ед.

Для того чтобы экономическая система пришла в состояние макроэкономического равновесия, необходимо или увеличить государственные расходы на 150 ден. ед., или снизить налоги на 200 ден. ед.

Тема 3.5. Мировая экономика и внешнеэкономическая политика

Теории международной торговли

1. Допустим, что Россия производит 360 электровозов и 2400 вагонов, а Украина – 160 электровозов и 800 вагонов. Если бы Россия производила только электровозы, то их ежегодный выпуск составил бы 600 шт., а если бы только вагоны, то выпустила бы их 6000 шт. Соответственно, Украина могла бы производить либо 200 электровозов, либо 4000 вагонов.

Определите, какая страна обладает абсолютным и сравнительным преимуществом в производстве этих видов продукции; к каким выгодам приводят специализация и внешняя торговля?

2. В Казахстане один работник производит 1 т мяса или 20 ц пшеницы в год, а в Кыргызстане – 2 т мяса или 10 ц пшеницы. Всего в Казахстане на производстве мяса и пшеницы специализируются 400 тыс. человек, а в Кыргызстане – 100 тыс. человек. Президенты Казахстана и Кыргызстана подписывают соглашение об экономическом сотрудничестве, включая эффективное разделение труда в производстве пшеницы и мяса. Как будут выглядеть кривые производственных возможностей двух государств по производству мяса и пшеницы?

3. Россия и Германия производят два вида товара: каждая – велосипеды и очки. В России общее количество труда, расходуемое на их производство, составляет 1000 час, а в Германии – 1200 час. В России необходимо затратить 5 час на производство каждого велосипеда и 2 час – на каждые очки. В Германии и на велосипед, и на очки требуется по 3 час.

А. Покажите графически границу производственных возможностей при одновременном производстве двух товаров отдельно для России и Германии.

Б. Подсчитайте относительную цену велосипедов, выраженную через цену очков, в России и Германии.

В. Изобразите графически расширение возможностей потребления и велосипедов, и очков в России и Германии в результате торговли.

4. Предположим, что страны*A* и *B* производят только два товара – велосипеды и очки. Уровень затрат труда на их производство характеризуется данными таблицы, а предельные издержки замещения остаются неизменными при любых объемах производства.

Страна	Затраты на выпуск 1 велосипеда, час	Затраты на выпуск 1 очков, час
A	100	20
B	160	40

А. Какая из стран имеет абсолютное преимущество в производстве велосипедов (очков)?

Б. Какая из стран имеет сравнительное преимущество в производстве велосипедов (очков)?

В. Какие товары будут экспортировать и импортировать страны *A* и *B*в условиях свободной торговли?

Г. В каких пределах должна установиться соотношение мировых цен на велосипед и очки в условиях свободной торговли между странами *A* и *B*?

5. Ознакомьтесь с характеристиками производственных возможностей стран *X* и *Y*. Предположим, что структура спроса такова, что при отсутствии внешней торговли в стране *X* производится и потребляется 8 тыс. автомобилей и 3 тыс. т риса, а в стране *Y*– 8 тыс. автомобилей и 9 тыс. т риса.

Продукт	Производственные возможности страны *X*					
Автомобиль, тыс.шт.	10	8	6	4	2	0
Рис, тыс. т	0	3	6	9	12	15
	Производственные возможности страны *Y*					
Автомобиль, тыс.шт.	20	16	12	8	4	0
Рис, тыс. т	0	3	6	9	12	15

А. Изобразите графики производственных возможностей стран *X* и *Y* при учете того, что издержки замещения постоянны.

Б. На производстве каких товаров выгодно специализироваться странам *X* и *Y*? Почему?

В. Каков будет прирост мирового производства автомобилей и риса, полученный в результате такой специализации?

Г. В каких пределах может установиться мировая цена одного автомобиля?

Д. Предположим, что мировая цена устанавливается на уровне «1 автомобиль за 1 т риса» и что объемы внешней торговли составляют 10 тыс. автомобилей и 10 тыс. т риса. Каким будет выигрыш от специализации и торговли для каждой страны?

6. Ознакомьтесь с характеристиками производственных возможностей стран *X* и *Y*. Предположим, что структура спроса такова, что при отсутствии внешней торговли в стране *X* производится и потребляется 6 тыс. т пшеницы и 9 тыс. т кукурузы, а в стране *Y*– 16 тыс. пшеницы и 6 тыс. т кукурузы.

Продукт, тыс. т	Производственные возможности страны *X*						
Пшеница	12	10	8	6	4	2	0
Кукуруза	0	3	6	9	12	15	18
	Производственные возможности страны *Y*						
Пшеница	24	20	16	12	8	4	0
Кукуруза	0	3	6	9	12	15	18

А. Изобразите графики производственных возможностей стран *X* и *Y* при учете того, что издержки замещения постоянны.

Б. На производстве каких товаров выгодно специализироваться странам *X* и *Y*? Почему?

В. Каков будет прирост мирового производства пшеницы и кукурузы, полученный в результате такой специализации?

Г. В каких пределах может установиться мировая цена 1 т пшеницы и 1 т кукурузы?

Тарифные и нетарифные ограничения

7. Россия производит и потребляет постоянные магниты. Их внутреннее предложение:Q^S=50+5P, а спрос:Q^D =400 – 10P. Мировая цена на магниты составляет 10 долл. Правительство вводит квоту, ограничивающую импорт магнитов в размере 50 шт.

А. Сколько магнитов и по какой цене Россия будет производить в условиях свободы торговли?

Б.Каков будет объем их импорта при мировой цене на магниты 10 долл.?

В. Как импортная квота повлияет на внутренние цены магнитов?

Г. Насколько увеличатся доходы импортеров, получивших право на импорт в рамках квоты, от ее введения?

Д. Каковы будут потери потребителей?

8. Россия производит 70, потребляет 20 и экспортирует 50 легких спортивных самолетов в год по цене 6000 долл. за самолет. Правительство, считая самолетостроение перспективной отраслью, предоставляет производителям субсидию в размере 15% от стоимости самолета, в результате чего внутренняя цена самолета увеличивается до 6450 долл., а его цена на внешнем рынке сокращается до 5550 долл.

А. Почему внутренняя цена на самолет увеличилась меньше, чем размер субсидии?

Б. Как введение субсидии отразилось на объемах внутреннего производства и экспорта самолетов?

В. Как повлияло введение субсидии на потребителей и доходы бюджета?

Г. Какое воздействие оказало введение субсидии на условия торговли России?

9. Говядина стоит 5,4 долл. за 1 кг. По этой цене российские фермеры производят 20 тыс. т, тогда как спрос на российском рынке достигает 60 тыс. т. В странах ближнего зарубежья, являющихся экспортерами говядины в Россию, ее цена составляет 3,6 долл. за 1 кг. По такой цене российские фермеры смогут произвести только 5 тыс. т при спросе, увеличивающемся до 65 тыс. т. Для защиты внутреннего рынка Россия вводит импортную

квоту, лицензия на получение которой стоит как раз столько, сколько составляет разница между внутренней ценой говядины и ее ценой в странах ближнего зарубежья, то есть 1,8 долл. за 1 кг.

А. Каков объем импорта говядины при свободе торговли и при защите внутреннего рынка импортной квотой?

Б. Как скажется введение квоты на потребителях и на производителях?

В. Каков доход импортеров, получивших разрешение на импорт в рамках квоты, от ее введения?

Платежный баланс

10. К какому счету – счету текущих операций или счету движения капиталов – Выотнесли бы: а) покупку японцами гостиницы в США; б) покупку американцами японских установок для опреснения морской воды? Учитывая, что и гостиница, и опреснительная установка с точки зрения экономической теории являются товарами, установите, в чем состоит их различие?

11. Классифицируйте каждую из названных операций (отток или приток капитала) с точки зрения российской экономики: а) «новый русский» приобретает виллу в Испании; б) крупный московский банк предоставляет правительству Казахстана ссуду в 100 тыс. долл.; в) российский импортер вина берет краткосрочный займ в одном из итальянских банков для оплаты приобретаемой им партии итальянского ликера; г) кондитерская фабрика в Самаре приобретает акции американской корпорации по производству шоколадных конфет.

12. На основании приведенных статей составьте платежный баланс страны «Дельта», классифицируя каждую из операций как кредит или дебет, выделяя основные его разделы – текущий баланс и баланс движения капиталов, определяя сальдо по итогам каждого счета и итоговое сальдо. Экспорт нефти 6 млн долл. Импорт зерна 5 млн долл. Экспорт оружия 2 млн долл. Доходы от туризма иностранцев в «Дельте» 6 млн долл. Денежные переводы иностранцам из «Дельты» 2 млн долл. Покупка акций частных корпораций страны «Альфа» 6 млн долл. Покупка золота у иностранных граждан 1 млн долл.

13. На основании приведенных статей составьте платежный баланс страны «Альфа», классифицируя каждую из операций как кредит или дебет.

Операция	Сумма, млрд руб.
Экспорт нефти	90
Импорт зерна	60
Экспорт оружия	30
Доходы от туризма иностранцев в «Альфе»	70
Денежные переводы иностранцам из «Альфы»	35
Покупка акций частных корпораций страны «Дельта»	70
Покупка золота у иностранных граждан	15

14. Европейская компания закупает автомобили в США по цене 12000 долл. Валютный курс составляет: 1 евро = 1,2 долл. Какими будут последствия повышения курса евро по отношению к доллару США на 10 % для импортера?

15. Допустим, курс доллара к евро составляет 1:3, следовательно, один и тот же товар стоитв США, например, 400 долл., а в Европе 1200 евро. Какой экспортер получит дополнительный доход (США или европейская страна), если курс доллара искусственно понизится до 1:2? Определите величину дополнительного дохода.

16. Допустим, корзина американского потребителя стоит 200 долл., а российского – 7500 руб. Номинальный валютный курс американского доллара составляет: 1 долл. = 30 руб. Чему равен реальный валютный курс?

17. Два одинаковых по своим качествам автомобиля – российский и американский – стоят соответственно 210 тыс. руб. и 10 тыс. долл. Номинальный обменный курс американского доллара составляет 30 руб.

А. Чему равен реальный обменный курс доллара?

Б. Как должен измениться номинальный обменный курс американской валюты, чтобы реальный обменный курс составил 1?

В. Из-за высокой инфляции российский автомобиль стал стоить 270 тыс. руб. Как при этом изменился реальный обменный курс, если номинальный курс остался прежним? Как должен измениться номинальный обменный курс, чтобы реальный обменный курс остался неизменным?

18. Спрос домашних хозяйств на отечественные блага выражается формулой: $C = 1000 + 0{,}6Y$, а на импортные: $Z = 0{,}2Y$. Объем инвестиций представлен функцией: $I = 5000 - 1250r + 0{,}1Y$. Государственные расходы в точности равны сумме подоходного налога, ставка которого составляет 25 %. Экспорт страны равен 10000 ден. ед. В обращении находится 20000 ден. ед., а операционный и спекулятивный спрос на деньги соответственно представлен формулами: $M^D_{OP} = 0{,}5Y$; $M^D_{SP} = 20625(r - 1{,}5) - 2000$. Определить состояние торгового баланса страны при достижении совместного равновесия на рынках благ и денег.

Примеры решения типовых задач

1. Предположим, что страны *A* и *B* производят только два товара – сахар и сталь. Уровень затрат труда на их производство характеризуется данными таблицы, а предельные издержки замещения остаются неизменными при любых объемах производства.

Страна	Затраты на выпуск 1 т стали, час	Затраты на выпуск 1 т сахара, час
A	150	100
B	120	120

А. Какая из стран имеет абсолютное преимущество в производстве стали (сахара)?

Б. Какая из стран имеет сравнительное преимущество в производстве стали (сахара)?

В. Какие товары будут экспортировать и импортировать страны *A* и *B* в условиях свободной торговли?

Г. В каких пределах должно установиться соотношение мировых цен на сталь и сахар в условиях свободной торговли между странами *A* и *B*?

Решение.

А. Абсолютное преимущество – возможность страны производить благодаря ее естественным и приобретенным преимуществам какой-либо товар с меньшими издержками труда на единицу продукции по сравнению с другими странами, производящими этот же товар. Абсолютным преимуществом в производстве стали обладает страна *B* (120 т/час < 150 т/час), в производстве сахара – страна *A* (100 т/час < 120 т/час).

Б. Сравнительное преимущество – способность страны производить товар или услугу с относительно меньшими издержками замещения по сравнению с другими странами. Издержки замещения представляет собой соотношение абсолютных удельных затрат труда по двум видам товаров в одной стране.

Издержки замещения стали определяются по формуле

$$Za = a/b,$$

Где *a* – удельные затраты труда на производство стали, час./т стали;

b – удельные затраты труда на производство сахара, час./т сахара.

Страна *B* имеет сравнительное преимущество в производстве стали, так как издержки замещения у неё минимальны:

Za (страна *A*) = 150 час/т стали : 100 час/т сахара = 1,5 т сахара /т стали;

Za (страна *B*) = 120 час/т стали : 120 час/т сахара = 1 т сахара /т стали → min.

Издержки замещения сахара определяются по формуле

$$Zb = b/a.$$

Страна *A* имеет сравнительное преимущество в производстве сахара, так как издержки замещения у неё минимальны:

Zb(страна *A*) = 100 час/т сахара: 150 час/т стали = 0,67 т стали/т сахара → min;

Zb(страна *B*) = 120 час/т сахара : 120 час/т стали = 1 т стали/т сахара.

В.Международная торговля является выгодной в том случае, если две страны торгуют товарами, которые каждая из стран производит с меньшими издержками, чем страна-партнер. Страны должны экспортировать те товары, которые они производят с меньшими издержками, и импортировать те товары, которые производятся другими странами с меньшими издержками.

В условиях свободной торговли страна *A* будет экспортировать сахар и импортировать сталь, страна *B* будет экспортировать сталь и импортировать сахар.

Г.В условиях свободной торговли мировая цена стали установится в следующих пределах: 1 т сахара < 1 т стали < 1,5 т сахара; мировая цена сахара: 0,67 т стали < 1 т сахара < 1 т стали.

2. В стране внутренний спрос на товарQ^D = 50 –P и внутреннее предложение Q^S = – 10 + P, а мировая цена на товар составляет 20 долл. Какова будет цена товара на внутреннем рынке при импортной квоте, равной 10 ед. товара?

Решение. В условиях закрытой экономики равновесный объем товара будет равен 20 ед. при равновесной цене 30 долл.:

$Q^D = Q^S$; 50–P= – 10 + P, P= 30, Q = 20.

В условиях открытой экономики внутренняя цена товара установится на уровне мировой цены 20 долл. Отсюда: внутренний спрос Q^D = 50 – – 20 = 30 ед.больше предложения товара отечественных производителей Q^S = – 10 + 20 = 10 ед. на величину импорта в размере 20 ед.

Политика импортного квотирования приводит к увеличению цены товара на внутреннем рынке до 25 долл.: Q^D = 50 –25 = 25 ед., Q^S = – 10 + +25 = 15 ед.; Q^D–Q^S = 25 – 15 = 10 ед.

3. Платежный баланс условной страны Скорпио за год представлен в таблице (млрд долл.).

- Каково сальдо торгового баланса?
- Каково сальдо баланса текущих операций?
- Каково сальдо баланса движения капиталов?
- Каково сальдо баланса официальных расчетов страны?
- Каково изменение официальных резервов страны?

Экспорт товаров	+ 40
Импорт товаров	– 30
Экспорт услуг	+ 15
Импорт услуг	– 10
Доходы от зарубежных инвестиций	+ 20
Доходы на зарубежные инвестиции	– 10
Трансферты из-за границы	+ 1
Трансферты за границу	– 6
Приток капитала	+ 10
Отток капитала	– 40

Решение. Представим платежный баланс условной страны Скорпио за год в следующем виде (млрд долл.):

Платежный баланс условной страны Скорпио за год выглядит следующим образом (млрд долл.):

КРЕДИТ (+)	ДЕБЕТ (–)
I. Счет текущих операций	
1. Экспорт товаров + 40	2. Импорт товаров – 30

Сальдо торгового баланса + 10	
3. Экспорт услуг + 15	4. Импорт услуг – 10
5. Доходы от зарубежных инвестиций +20	6. Доходы на зарубежные инвестиции -10
7. Трансферты из-за границы – 6	8. Трансферты заграницу + 1
Сальдо баланса текущих операций + 20	
II. Счет движения капитала	
9. Приток капитала + 10	10. Отток капитала – 40
Сальдо баланса движения капитала – 30	
Сальдо баланса текущих операций и движения капитала (сальдо баланса официальных расчетов)– 10	
11. Изменение официальных валютных резервов + 10	

Таким образом, платежный баланс условной страны Скорпио, имея отрицательное итоговое сальдо, является пассивным.

4. Два одинаковых по своим качествам автомобиля – российский и американский – стоят соответственно 210 тыс. руб. и 10 тыс. долл. Номинальный обменный курс американского доллара составляет:1 долл. = 30 руб. Чему равен реальный обменный курс доллара?

Решение. Реальный обменный курс определяем по формуле

$$\varepsilon = P / (e \cdot P^*),$$

где ε – реальный обменный курс;

P–цена отечественного товара, руб.;

P^* – цена товара за рубежом, долл.;

e– номинальный обменный курс, руб./долл.

Реальный обменный курс составит: 210 тыс. руб. / (30 руб./долл. х х 10 тыс. долл.) = 0,7. Значит, за 1 российский автомобиль можно приобрести 0,7 американского.0,7> 1 → отечественный товара является более конкурентоспособным.

5. Ниже приведена карта спроса и предложения на рынке фунтов стерлингов (£):

Цена £, $	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
Объем предложения £, млн	160	170	180	190	200	220
Объем спроса на £,млн	200	190	180	170	160	150

А. Федеральная резервная система США устанавливает валютный курс на уровне: 1 £ = 2,1 $. Должна ли ФРС в этой ситуации покупать или продавать фунты стерлингов? Если да, то какое количество?

Б. Что произойдет в этом случае с официальными валютными резервами США?

Решение.

А. В соответствии с имеющимися данными при валютном курсе 1£ = 2,1$ существует дефицит фунтов стерлингов в размере 20 млн(170 – 190). Таким образом, для поддержания фиксированного валютного курса Федеральная резервная система США должна продавать 20 млн фунтов стерлингов.

Б. Официальные валютные резервы уменьшатся на 20 млн фунтов стерлингов.

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.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ В ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ

Тема 1.2. Сущность и типы экономических систем. Отношения собственности

1. Правильная последовательность фаз (стадий) общественного производства такова:

а) производство, распределение, обмен, потребление;
б) производство, обмен, распределение, потребление;
в) распределение, производство, обмен, потребление;
г) распределение, потребление, производство, обмен.

2. Воспроизводство, которое связано с привлечением дополнительных экономических ресурсов, называется:

а) простым;
б) сокращающимся;
в) интенсивным;
г) экстенсивным.

3. Непрерывное возобновление процесса создания благ и услуг в увеличивающихся размерах называется:

а) расширенным воспроизводством;
б) воспроизводством;
в) производством;
г) простым воспроизводством.

4. Из приведенных ниже комбинаций включает различные факторы производства только следующая:

а) нефть, нефтяник, владелец нефтяной компании, газ;
б) работник конвейера, конвейер, автомобиль;
в) поле, трактор, фермер-предприниматель, доярка;
г) банкир, компьютер, деньги.

5. Капитал как фактор производства – это:

а) оборудование, орудия труда, машины, сырье, с помощью которых производятся товары;
б) накопления и сбережения физических и юридических лиц;
в) деньги и ценные бумаги;
г) денежные средства, используемые в расчетах между покупателем и продавцом.

6. Что вы понимаете под экономической категорией «собственность»:

а) обладание материальными или духовными благами;
б) юридически закрепленное право владеть, распоряжаться, использовать принадлежащие людям материальные или духовные блага;
в) отношения между людьми по поводу присвоения материальных и духовных благ;
г) комплекс прав владельца блага.

7. «Пучок прав собственности» предполагает:

а) право на исключение из доступа к ресурсам других агентов;
б) право на получение ресурса;
в) право на получение дохода от ресурса;

г) право на передачу всех предыдущих полномочий.

8. Владение – это:
а) право производительно или лично потреблять вещь;
б) право физического обладания вещью;
в) право определения способа использования вещи.

9. Общественная собственность НЕ может выступать в форме:
а) акционерной;
б) коллективной;
в) государственной;
г) общенародной.

10. В какой из вариантов включены основные вопросы, решаемые любой экономической системой:
а) что производится, как производится, для кого производится;
б) что потребляется, как производится, кто производит;
в) что потребляется, как потребляется, кем потребляется;
г) что производится, как потребляется, кем производится?

11. Главным критерием дифференциации экономических систем является:
а) характер распределяемых доходов;
б) основная форма собственности;
в) предпосылки для экономического роста;
г) состояние рыночного обмена.

12. Стихийный способ координации деятельности экономических агентов характерен:
а) для рыночной экономики;
б) плановой экономики;
в) традиционной экономики;
г) любой экономической системы.

13. Одно из преимуществ административно-командной экономики состоит в следующем:
а) возможности быстрой концентрации ресурсов в государственном секторе;
б) свободном выборе хозяйствующими субъектами видов деятельности;
в) возможности полного удовлетворения потребностей общества;
г) формировании цен на основе взаимодействия спроса и предложения.

14. Когда экономические проблемы решаются частично рынком, частично государством, то экономика:
а) административно-командная;
б) рыночная;
в) натуральная;
г) смешанная.

15. К трансакционным издержкам НЕ относятся:
а) издержки, связанные с поиском информации;
б) издержки, связанные с оплатой сырья и материалов;
в) издержки оппортунистического поведения;
г) издержки, связанные со спецификацией и защитой прав собственности.

Тема 1.3. Общая характеристика рыночной системы хозяйствования

1. Какой из ниже перечисленных элементов является наиболее важным для рыночной экономики:

а) эффективные профсоюзы;

б) продуманное государственное регулирование;

в) ответственные действия предпринимателей;

г) активная конкуренция на рынке.

2. К характеристике рыночной экономики НЕ относится:

а) централизованное планирование;

б) предпринимательская деятельность;

в) частная собственность;

г) конкуренция.

3. Проблема «как производить» в рыночной экономике решается:

а) через стремление производителей к получению прибыли и, следовательно, к минимизации издержек производства;

б) на основе широкого использования в экономике средств производства;

в) на основе динамики и объема потребительского спроса, которые определяются через цены на конечные продукты;

г) на основе специализации, которая используется при применении разных технологических способов производства;

д) нет верного ответа.

4. Фиаско рынка проявляется в …

а) отсутствии стимулов к производству товаров и услуг коллективного пользования;

б) неспособности уравновешивать экономические интересы продавцов и покупателей;

в) отсутствии механизмов «вымывания» неконкурентоспособных предприятий;

г) неспособности информировать фирмы об объемах и структуре производства.

5. К функциям рынка не относится …

а) социальная;

б) ценообразующая;

в) стимулирующая;

г) посредническая.

6. Рынок не обеспечивает:

а) удовлетворения потребностей всех членов общества;

б) экономического стимулирования эффективности производства;

в) установления ценностных эквивалентов для обмена;

г) согласования производства и потребления по структуре.

7. Роль государства в экономике в период развития капитализма свободной конкуренции определялась взглядами …

а) классической политэкономии;

б) монетаризма;

в) институционализма;

г) кейнсианства.

8. Натуральной форме общественного хозяйства НЕ присущи отношения:

а) обмена;
б) распределения;
в) потребления;
г) производства.

9. Товарное производство непременно предполагает:
а) обособленность товаропроизводителей;
б) господство государственной собственности;
в) преобладание ручного труда;
г) непосредственную связь производства и потребления.

10. Главным критерием при разделении рынка на легальный и нелегальный является:
а) степень конкурентности рынков;
б) экономическое назначение объектов рыночных отношений;
в) уровень насыщенности рынков;
г) степень соответствия законодательству;
д) территориальный (географический) признак.

11. Рыночная инфраструктура НЕ включает:
а) товарные биржи;
б) фондовые биржи;
в) бюджет государства;
г) банки и кредитные организации;
д) биржи труда.

12. Классический рынок характеризуется…
а) неограниченным числом участников и свободной конкуренцией между ними;
б) отсутствием самостоятельности в коммерческой деятельности;
в) монополизмом производителя;
г) государственным регулированием.

13. Решение проблемы внешних эффектов, предложенное Р. Коузом, предполагает, кроме всего прочего, что величина _____ издержек незначительна, или они отсутствуют.
а) трансакционных;
б) социальных;
в) внешних;
г) предельных.

14. Международный пример решения проблемы загрязнения окружающей среды как проблемы внешних эффектов под названием «Киотский протокол» предусматривает…
а) создание рынка прав на загрязнение;
б) введение платы за выбросы;
в) введение корректирующих налогов;
г) запрет на применение отходных технологий.

15. Общественные блага характеризуются _____ в потреблении.
а) неисключаемостью и неконкурентностью;
б) неисключаемостью и конкурентностью;
в) неконкурентностью и исключаемостью;
г) исключаемостью и конкурентностью.

Раздел 2. ОСНОВЫ МИКРОЭКОНОМИКИ

Тема 2.2. Теория потребительского выбора

1. Условная единица полезности, введенная сторонниками количественного подхода для измерения удовлетворения от потребления блага, называется:

а) ютиль;

б) экю;

в) тратта;

г) сеньораж.

2. Под предельной полезностью понимается:

а) способность товаров и услуг удовлетворять человеческие потребности;

б) субъективная оценка благ людьми;

в) добавочная полезность или удовлетворение, извлекаемое потребителем из одной дополнительной единицы конкретного продукта;

г) объективное свойство экономических благ;

д) нижний предел цены.

3. Закон уменьшающейся предельной полезности констатирует, что:

а) предельная полезность товара *X* падает по мере приобретения дополнительных единиц других товаров;

б) общая полезность товара *X* повышается при потреблении последующих единиц этого товара;

в) общая полезность максимизируется, когда выполняется условие *MUx/Px = MUy/Py*;

г) приобретение каждой дополнительной единицы товара *X* приносит все меньше удовлетворения покупателю.

4. Теория потребительского поведения предполагает, что потребитель стремится максимизировать:

а) разницу между общей и предельной полезностью;

б) общую полезность;

в) предельную полезность;

г) каждую из перечисленных величин.

5. Общая полезность блага максимальна, если предельная полезность его дополнительной единицы:

а) увеличивается;

б) уменьшается;

в) является величиной положительной;

г) является величиной отрицательной;

д) равна 0.

6. Чтобы максимизировать полезность, потребитель должен так распределить доход, чтобы:

а) предельная полезность каждого потребленного товара была одинаковой;

б) общая полезность каждого товара в расчете на единицу товара была одинаковой;

в) предельная полезность каждого товара, полученная в расчете на 1 руб. была одинаковой;

г) приобретать максимальное количество товаров, не являющихся заменителями.

7. Кривая безразличия:

а) представляет совокупность набора товаров, для приобретения которой используется весь доход потребителя;

б) отражает объективные рыночные характеристики, касающиеся величины дохода и цен;

в) меняет свой наклон, если изменяется доход потребителя;

г) введена в экономический анализ Вальрасом;

д) это линия, каждая точка которой представляет комбинацию товаров, дающую потребителю равный объем удовлетворения потребности.

8. Предельная норма замещения:

а) всегда положительна;

б) представляет собой отношение предельных полезностей товаров-заменителей;

в) показывает, от какого количества одного блага потребитель должен отказаться для приобретения единицы другого блага так, чтобы уровень общей полезности не изменился;

г) характеризует наклон бюджетной линии.

9. Бюджетная линия:

а) характеризует предельную полезность товара;

б) показывает общую полезность;

в) при изменении цен товаров не меняет своего наклона;

г) представляет все доступные комбинации товаров при заданных ценах и величине дохода потребителя;

д) определяет субъективную информацию потребителя о его предпочтениях.

10. Потребительское равновесие на карте безразличия – это:

а) любое пересечение бюджетной линии и кривой безразличия;

б) любая точка на самой высокой из кривых безразличия;

в) та точка, в которой наклон бюджетной линии равен наклону касательной к ней кривой безразличия;

г) любая точка, расположенная на бюджетной линии;

д) любая точка, расположенная на пространстве, ограниченном бюджетной линией.

11. Эффект дохода гласит, что…

а) при постоянном доходе снижение цены увеличивает покупательную способность;

б) при постоянном доходе снижение цены вызовет уменьшение покупательной способности;

в) в определенных ситуациях закон спроса нарушается, а кривая спроса получает положительный наклон;

г) с ростом дохода потребитель начинает приобретать только «престижные» товары.

12. Эффект замещения – это…

а) изменение объема и структуры потребления вследствие изменения относительной цены и перемещения из одной точки кривой безразличия в другую;

б) изменение объема и структуры потребления вследствие перемещения на более высокую или низкую кривую безразличия;

в) вытеснение из потребления низкокачественных товаров более качественными и дорогостоящими;

г) демонстрационное потребление с положительной зависимостью между ценой и количеством спроса на товар.

13. Под эффектом Веблена понимается…

а) демонстрационное потребление, т. е. увеличение потребительского спроса, связанное с тем, что товар имеет более высокую цену;

б) спонтанный спрос, управляемый сиюминутным желанием;

в) изменение спроса группы людей из-за того, что другие люди потребляют данный товар;

г) изменение спроса на товар, обусловленное качествами, присущими самому товару.

14. Ситуация, когда снижение цены приводит к уменьшению спроса, а увеличение цены – повышению спроса на некачественный или низший товар, который занимает значительное место в структуре потребления, называется эффектом …

а) Гиффена;

б) Веблена;

в) сноба;

г) дохода.

15. Излишек потребителя – это сумма денег:

а) которая не нужна потребителю;

б) которую государство забирает у потребителя при помощи налогов;

в) которую выигрывает потребитель из-за разницы между ценой, которую он готов уплатить, и рыночной ценой;

г) которую потребитель желает отдать тем фирмам-производителям, у которых наиболее высококачественная продукция.

Раздел 3. ОСНОВЫ МАКРОЭКОНОМИКИ

Тема 3.1. Национальная экономика: цели и результаты развития

1. Специфическим методом макроэкономики является:

а) метод индукции;

б) агрегирование;

в) метод синтеза;

г) метод научной абстракции;

д) метод функционального анализа.

2. Функцией предпринимательского сектора в рамках модели экономики страны является:

а) предложение факторов производства;

б) потребление экономических благ;

в) предложение общественных экономических благ;

г) предложение денег;

д) предложение частных экономических благ.

3. В модели кругооборота экономики страны в качестве доходов государственного сектора выступают:

а) трансферты;

б) факторные доходы;

в) налоги и сборы;

г) сбережения;

д) инвестиции.

4. Национальное богатство в широком понимании:

а) стоимость имущества, которым владеет страна: лесов, рек, полей, фабрик, заводов, имущества ее граждан;

б) стоимость всех факторов производства;

в) совокупность всех ценностей, которыми располагает страна на каждом этапе развития.

5. Повторный счет при расчете ВВП устраняется путем исключения из его величины:

а) стоимости конечной продукции;

б) стоимости промежуточной продукции;

в) добавленной стоимости;

г) государственных субсидий;

д) косвенных налогов.

6. Какие из нижеперечисленных доходов вы включили бы в ВВП?

а) зарплату репетитора на дому;

б) продажу старого холодильника;

в) доход владельца автозаправочной станции;

г) денежный перевод внуку от бабушки, живущей в другом городе.

7. Для расширения производственного потенциала страны необходимо, чтобы:

а) ВНП превышал ЧНП на величину амортизации;

б) НД превышал объем потребительских расходов населения и государства;

в) инвестиции превышали величину амортизации;

г) ЧНП превышал НД.

8. При расчете стоимости потребительской корзины базового года учитываются: (два ответа)

а) цены произведенных товаров и услуг базового года;

б) цены произведенных товаров и услуг текущего года;

в) объемы производства товаров и услуг базового года;

г) объемы производства товаров и услуг текущего года.

9. Если объем номинального ВВП и уровень цен повысились, то:

а) реальный ВВП не изменился;

б) реальный ВВП увеличился, но в меньшей степени, чем цены;

в) реальный ВВП сократился;

г) эта информация не позволяет определить динамику реального ВВП.

10. К третичному сектору экономики относится следующий вид экономической деятельности:

а) образование;

б) лесное хозяйство;

в) обрабатывающее производство;

г) добыча полезных ископаемых;

д) производство и распределение электроэнергии, газа и воды.

11. Межотраслевые пропорции отражают количественные соотношения между:

а) различными отраслями национальной экономики;

б) отдельными производствами отрасли;

в) накоплением и потреблением;

г) национальными отраслями производства различных стран.

12. Законная, но официально не зарегистрированная деятельность – это:

а) криминальная экономическая деятельность;

б) скрытая (квази-легальная) экономическая деятельность;

в) нелегальная экономическая деятельность;

г) неформальная экономическая деятельность.

Тема 3.2. Макроэкономическое равновесие и макроэкономическая динамика

1. Согласно кейнсианской модели для повышения совокупного спроса при нарушении макроэкономического равновесия, применяются…

а) отвлечение потенциальных расходов;

б) инъекции;

в) повышение учетной ставки;

г) изъятия в виде сбережений.

2. Какое из перечисленных утверждений о кривой AD является ошибочным?

а) отрицательная зависимость между уровнем цен и объёмом выпуска выводится из уравнения количественной теории денег при условии фиксированного предложения денег и скорости их обращения;

б) кривая AD имеет положительный наклон;

в) когда Центральный банк увеличивает предложение денег, изменения в экономике могут быть описаны движением от одной точки на стационарной кривой AD до другой;

г) при движении вдоль кривой AD предполагается, что предложение денег остаётся постоянным;

д) каждая точка на кривой AD представляет собой объём товаров и услуг, который потребители могут приобрести при данном уровне цен.

3. Нарушение равновесия в результате увеличения совокупного спроса на кейнсианском отрезке совокупного предложения приведет к росту:

а) объема производства и росту цен;

б) объема производства и снижению цен;

в) объема производства при неизменных ценах;

г) цен при неизменном объеме производства.

4. Воздействие отрицательного шока совокупного предложения отражается:

а) сдвигом кривой AS влево – вверх;

б) сдвигом кривой AS вправо – вниз;

в) движением вдоль кривой AS;

г) изменением наклона кривой AS.

5. Отношение объема потребления к объему дохода является формальным выражением…

а) акселератора;

б) предельной склонности к потреблению;

в) мультипликатора инвестиций;

г) средней склонности к потреблению.

6. Валовые инвестиции – это…

а) затраты на средства производства, предназначенные на возмещение стоимости потребленного основного капитала и его прирост;

б) затраты на средства производства;

в) затраты на средства производства, предназначенные на возмещение стоимости потребленного основного капитала;

г) затраты на повышение уровня квалификации наемных работников.

7. Эффект мультипликатора при ситуации неполной занятости:

а) действует не в полную силу;

б) проявляется максимально;

в) отсутствует;

г) действует, но не всегда.

8. Потребительские расходы: C = 100 +0,8Y; национальный доход Y = 1000; объем сбережений:

а) 200;

б) 800;

в) 400;

г) 100.

9. Согласно монетаристской концепции обратная зависимость между инфляцией и безработицей существует…

а) в краткосрочном периоде;

б) в долгосрочном периоде;

в) как в краткосрочном, так и в долгосрочном периоде;

г) только в странах с переходной экономикой.

10. Если для удвоения цен необходимо 10 лет, среднегодовой темп инфляции:

а) 17 %;

б) 10 %;

в) 3 %;

г) 7 %.

11. Инфляция, сопровождаемая всеобщим государственным контролем, называется ...

а) подавленная;

б) открытая;

в) ожидаемая;

г) сбалансированная.

12. Ярко выраженная антиинфляционная политика предполагает:

а) повышение уровня налогообложения и сокращение государственных расходов;

б) рост налогов и более высокий уровень государственных расходов;

в) снижение налогов и более высокий уровень государственных расходов;

г) постоянство уровня и государственных расходов, и налоговых поступлений.

13. Если индекс цен в базовом году составил 182,5 %, в текущем – 232,5 %, то темп инфляции в текущем году равен:

а) 50 %;

б) 127 %;

в) 1,27;

г) 27,4 %.

14. Если в стране за текущий год реальная заработная плата увеличилась на 8 % при уровне инфляции 3 %, то номинальная оплата труда:

а) повысилась на 5 %;
б) повысилась на 11 %;
в) снизилась на 3 %;
г) повысилась на 3,67 %.

15. К среднесрочным экономическим циклам относят циклы:

а) Кондратьева;
б) Митчелла;
в) Китчина;
г) Жуглара.

16. Величина реального ВНП в (t-1)-й год составила 15932,3 млрд. руб., в t-й год 16802,8. Чему будут равны темп роста и темп прироста?

а) 105,76% и 5,76%;
б) 105,96% и 5,96%;
в) 104,58% и 4,58%;
г) 105,46% и 5,46%;
д) 103,89% и 3,89%.

17. К интенсивным факторам экономического развития НЕ относятся:

а) использование достижений НТП;
б) увеличение количества используемых ресурсов;
в) повышение квалификации работников;
г) рост производительности труда;
д) повышение фондоотдачи и снижение материалоемкости.

Тема 3.3. Деньги, кредит, банки. Кредитно-денежная политика

1. Что <u>не</u> относится к функциям денег?

а) измерять стоимость товаров и услуг;
б) сохранять богатство;
в) способствовать обороту товаров и услуг;
г) улучшать благосостояние людей.

2. В состав денежного агрегата М3 <u>не</u> входят:

а) бумажные деньги;
б) облигации государственного займа;
в) акции предприятий;
г) металлические деньги.

3. Бумажные деньги отличаются от кредитных тем, что:

а) бумажные деньги – это наличные, а кредитные деньги существуют в форме записей на банковских счетах;

б) бумажные деньги не подлежат вывозу за пределы страны;

в) бумажные деньги имеют принудительную покупательную способность, а кредитные деньги – это векселя эмиссионного банка;

г) бумажные деньги предназначены для оплаты недорогих товаров, а кредитные используются при оплате дорогостоящих товаров и услуг.

4. Равновесие на денежном рынке имеет место при:

а) равенстве предложения и спроса на деньги;

б) равенстве операционного и спекулятивного спроса;

в) равенстве реальных кассовых остатков и предложения денег;

г) равенстве операционного спроса на деньги и предложения денег;

д) равенстве спекулятивного спроса на деньги и предложения денег.

5. Функцией деятельности Центрального банка является:

а) получение прибыли;

б) кредитование предприятий;

в) первичный учет векселей;

г) поддержка устойчивости и покупательной способности национальной валюты.

6. Депозиты…

а) составляют основную часть ресурсов коммерческих банков;

б) представляют собой отношение суммы вкладов к сумме выданных кредитов;

в) являются основной сферой приложения капитала пенсионных фондов;

г) являются элементом регулирования банковской системы, защищая вкладчиков от потерь при банкротстве банков.

7. Снижение учётной ставки Центрального банка свидетельствует о проведении _____ политики.

а) рестрикционной фискальной;

б) рестрикционной монетарной;

в) экспансионной фискальной;

г) экспансионной монетарной.

8. Допустим, Вы разместили имеющуюся у Вас сумму денег в размере 100 тыс. руб. в банке под 10 % годовых. Таким образом, через год Вы получили 110 тыс. руб. Инфляция за этот период времени составила 15 %. Вывод о выгодности размещения Ваших денежных средств таков:

а) удачно, реальная процентная ставка равна 25 %;

б) не удачно, реальная процентная ставка равна (- 5 %);

в) не удачно, реальная процентная ставка равна (- 10 %);

г) удачно, реальная процентная ставка равна 5 %.

Тема 3.4. Государственные финансы и налогообложение. Бюджетно-налоговая политика

1. Основной принцип налогообложения:

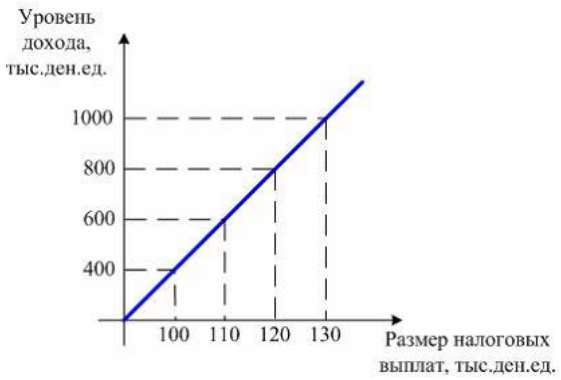
а) неравенство налогообложения;

б) независимость производства от уровня налогообложения;

в) равенство и справедливость;

г) независимость налоговых изъятий от величины дохода.

2. На основании данных графической модели определите тип налоговой системы по характеру начисления налога...



а) регрессивная;
б) прогрессивная;
в) пропорциональная;
г) фиксированная.

3. К бюджетным расходам относятся:
а) государственные займы;
б) эмиссия денег;
в) трансфертные платежи;
г) налоговые платежи.

4. Дефицит госбюджета составлял 250 ден. ед., налоговые поступления выросли на 200 ден. ед., при прочих равных условиях:
а) дефицит бюджета сократился до 50 ден. ед.;
б) возник профицит бюджета в 50 ден. ед.;
в) дефицит бюджета вырос на 50 ден. ед.;
г) госбюджет стал сбалансированным.

5. Предположим, что фактический ВВП равен 200 ден. ед., равновесный ВВП составляет 240 ден. ед., *MPC* = 0,8. Какие изменения в бюджетно-налоговой политике должны произойти, чтобы экономическая система пришла в состояние макроэкономического равновесия?
а) увеличение государственных расходов на 8 ден. ед.;
б) уменьшение государственных расходов на 8 ден. ед.;
в) увеличение государственных расходов на 40 ден. ед.;
г) увеличение налогов на 10 ден. ед..

6. Увеличение правительственных расходов в краткосрочном периоде приводит к:
а) снижению совокупного спроса;
б) увеличению ВВП;
в) снижению ВВП;
г) росту цен.

7. Увеличение предложения денег вызовет:
а) сдвиг кривой IS вправо;
б) сдвиг кривой IS влево;
в) сдвиг кривой LM вправо;
г) сдвиг кривой LM влево;
д) сдвиги обеих кривых вправо.

8. Инструментом стимулирующей бюджетно-налоговой политики является:

а) повышение налогов и сокращение государственных расходов;
б) сокращение налогов и государственных расходов;
в) повышение налогов и государственных расходов;
г) снижение налогов и повышение государственных расходов.

Тема 3.5. Мировая экономика и внешнеэкономическая политика

1. Бреттон-Вудская валютная система действовала:
а) с 1867 по 1944 гг.;
б) с 1881 по 1922 гг.;
в) с 1944 по 1976 гг.;
г) с 1935 по 1953 гг.

2. При плавающем валютном курсе наблюдается следующее:
а) предсказуемость и стабильность;
б) фиксация валютного курса на одном уровне;
в) автоматическая корректировка платежного баланса;
г) возможность возникновения избыточного спроса или избыточного предложения иностранной валюты.

3. Исходя из паритета покупательной способности, если телефон продается за 400 долларов в США и за 10000 рублей в РФ, то обменный курс, выраженный в количестве рублей, приходящихся на 1 доллар, составит…
а) 25;
б) 1;
в) 40;
г) 0,04.

4. Внутренняя конвертируемость валюты – это:
а) обратимость валюты для нерезидентов;
б) обратимость валюты для резидентов;
в) возможность использования валюты при осуществлении любых видов внешнеэкономических операций;
г) возможность использования валюты при осуществлении некоторых видов внешнеэкономических операций.

5. Парадокс Леонтьева заключается в том, что:
а) страны экспортируют те товары, которые они производят с меньшими удельными издержками труда, и импортируют те товары, которые производятся другими странами с меньшими удельными издержками труда;
б) в экспорте развитой страны при относительно избыточном факторе капитала преобладают относительно более трудоемкие товары, а в импорте – капиталоемкие;
в) в импорте развитой страны при относительно избыточном факторе капитала преобладают относительно более трудоемкие товары, а в экспорте – капиталоемкие;
г) страны с одинаковой обеспеченностью факторами производства выигрывают от внешней торговли при специализации на тех производствах, в которых наблюдается эффект масштаба.

6. К мерам государственного протекционизма относится…
а) введение таможенных пошлин на импортируемые товары;
б) введение налоговых льгот для филиалов зарубежных компаний;

в) отмена любых ограничений на экспорт товаров;

г) полная отмена таможенных пошлин на импортируемые товары.

7. Основной целью существования Всемирной торговой организации является:

а) надзор за валютными курсами и макроэкономической политикой стран-членов и развитием международной экономики в целом;

б) выявление тенденции в экономическом развитии стран-членов, влияния военных действий в сфере экономики на платежные балансы других стран;

в) регулирование торговли товарами и услугами между странами;

г) предоставление кредитов развивающимся странам и странам с переходной экономикой для осуществления мероприятий структурной политики;

д) осуществление банковского надзора и международных расчетов.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к экзамену по дисциплине «*Экономические аспекты 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 «*Экономические аспекты 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 *экзамене* 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 *экзамене* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

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

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»

Горно-технологический факультет
Кафедра Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Методические указания

для выполнения курсовых работ

Екатеринбур

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 представление 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.

Приложение 1

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 XXX

_____
(фамилия, имя, отчество)

Проверил _____
(должность, фамилия, имя, отчество)

Екатеринбур
г 2022

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВДЕНИЕ 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

ВВДЕНИЕ

Дисциплина «Эектротехника» 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.

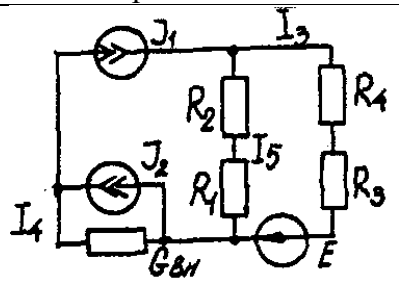
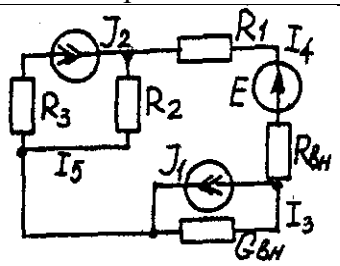
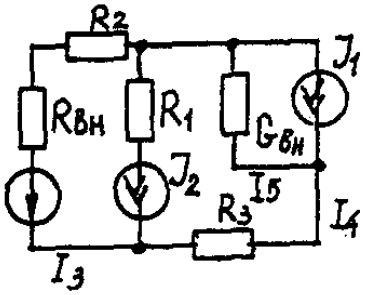
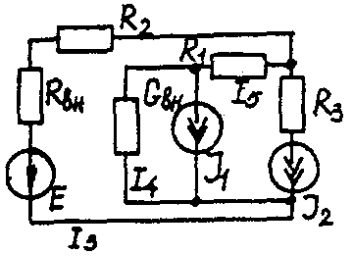
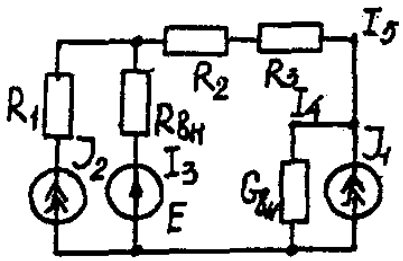
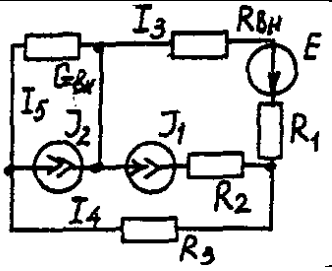
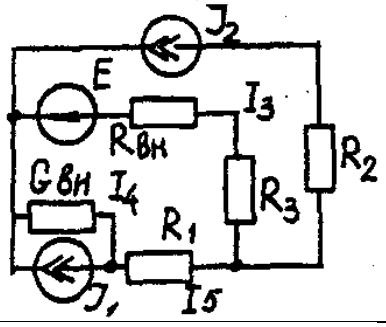
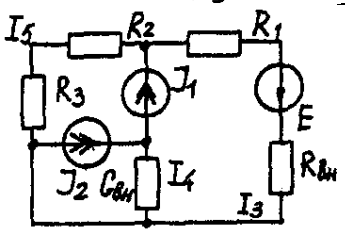
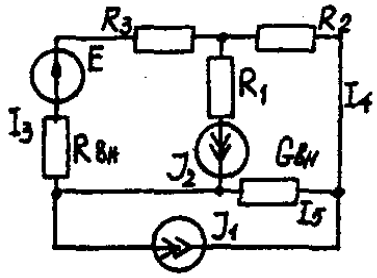
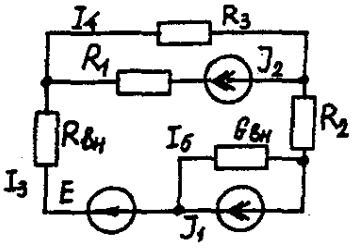
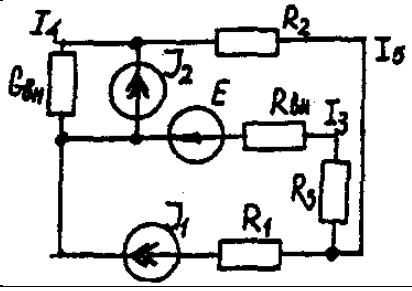
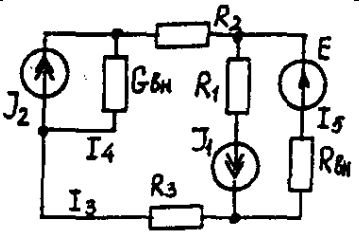
Высокий научный и инженерный уровень дисциплины обусловлен глубоким проникновением в ее разделы законов и положений, которые даются в курсах «Физика» и «Математика».

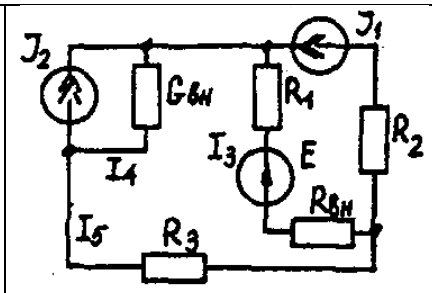
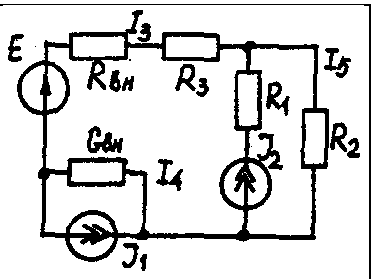
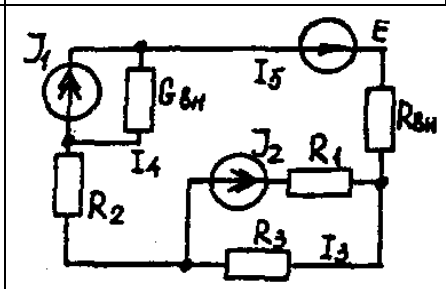
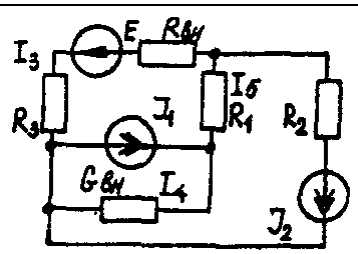
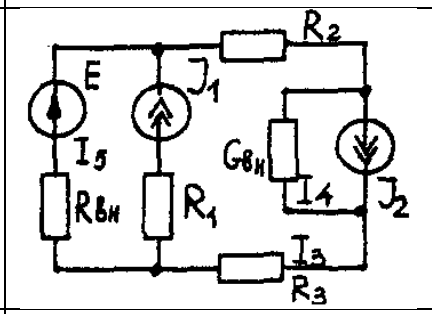
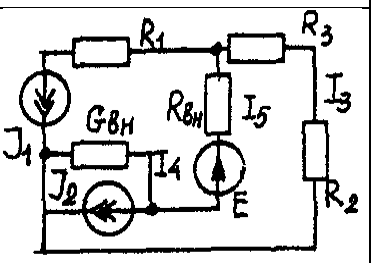
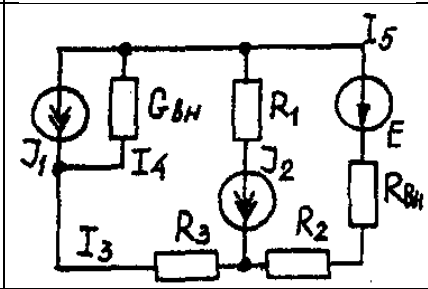
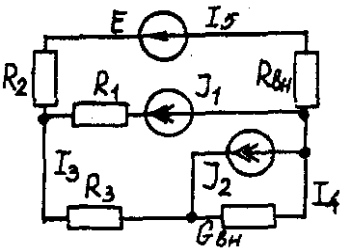
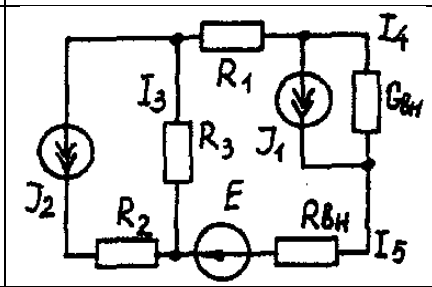
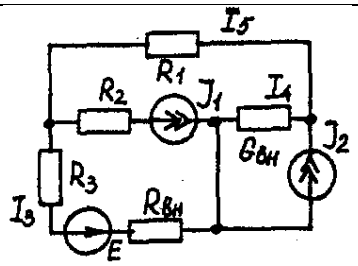
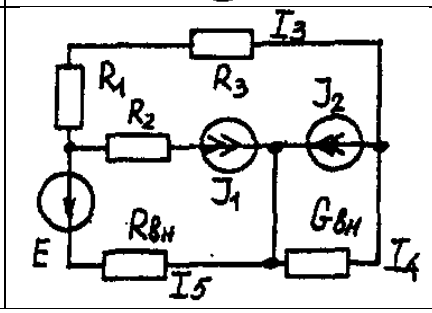
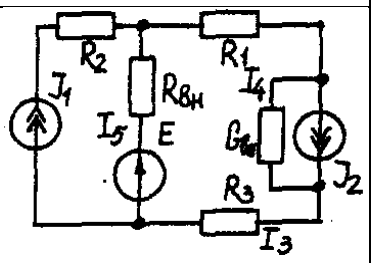
Выполнение контрольных заданий.

При выполнении контрольных задний 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	

13		14	
15		16	
17		18	
19		20	
21		22	
23		24	

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 вариа-нта	Значение параметров							
	E, В	J_1, А	J_2, А	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	$R_{ВН}$, Ом	$G_{ВН}$, 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 (и) 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.

$$\left.\begin{array}{l} \varphi_1 G_{11} - \varphi_1 G_{12} - \varphi_3 G_{13} = I_{11} \\ -\varphi_1 G_{21} - \varphi_1 G_{22} - \varphi_3 G_{23} = I_{22} \\ -\varphi_1 G_{31} - \varphi_1 G_{32} - \varphi_3 G_{33} = I_{33} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \quad (1.1)$$

Где $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, - потенциалы узлов; $G_{11}, G_{22}, G_{33}, \ldots$ - собственная (узловая) проводимость, равная сумме проводимостей всех ветвей, сходящихся в этом узле, без учета проводимостей ветвей с источниками тока; $G_{11}, G_{12}, G_{13}, G_{21}, G_{23}, G_{32}, \ldots$ - взаимная проводимость, равная сумме проводимостей ветвей между двумя узлами, без учета проводимостей ветвей с источниками тока; $I_{11}, I_{22}, I_{33}, \ldots$ - узловой ток, равный алгебраической сумме токов (J) источников тока и произведений *(G-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. (Е) 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,

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

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).

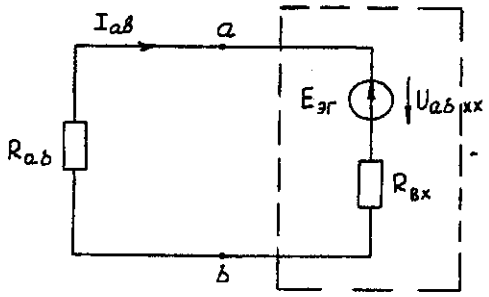


Рис. 1.1. К методу эквивалентного генератора

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:

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

где *Uab xx* - 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_{abxx} 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.

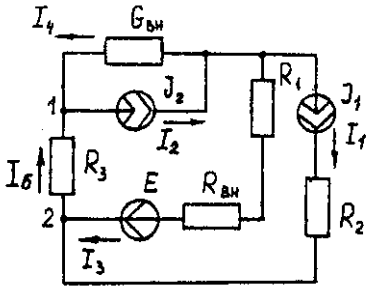


Рис. 1.2. Схема заданной электрической цепи

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.)

$$\left.\begin{array}{l} I_4 - J_2 + I_5 = 0; \\ I_3 + J_1 - I_5 = 0; \\ I_5 R_3 - I_4 1/G_{вн} + I_3(R_1 + R_{вн}) = E. \end{array}\right\} \quad (1.4)$$

$$\left.\begin{array}{l} I_4 - 8 + I_5 = 0; \\ I_3 + 3{,}5 - I_5 = 0; \\ I_5 5 - I_4 * 1/0{,}5 + I_3(9 + 3) = 65{,}5. \end{array}\right\} \quad (1.5)$$

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.

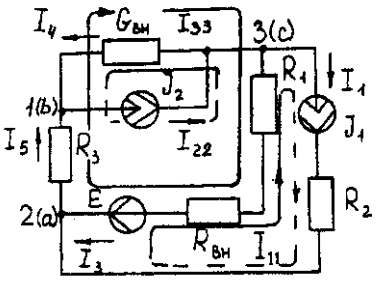


Рис. 1.3. Схема электрической цепи для метода контурных токов

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}

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

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

отсюда I_{33} = 6,5 А.

Действительные токи в ветвях:

I_3=I_{33}-I_{11}=6,5-3,5 = 3А;

$I_4 = I_{22}$-I_{33} = 8-6,5 = l,5A,

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

Метод узловых потенциалов

Заземляем один из узлов (например 3, рис. 1.4), потенциал этого узла (φ_3) теперь равен нулю. Для определения потенциалов двух других узлов составляем систему из двух уравнений электрического равновесия по первому закону Кирхгофа:

$$\left.\begin{aligned}\varphi_1 G_{11} - \varphi_2 G_{12} &= I_{11}\\ -\varphi_1 G_{21} - \varphi_2 G_{22} &= I_{22}\end{aligned}\right\} \quad (1.7)$$

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

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

$$\left.\begin{aligned}0{,}7\varphi_1 - 0{,}2\varphi_2 &= -8;\\ -0{,}2\varphi_1 - 0{,}28\varphi_2 &= 9.\end{aligned}\right\}$$

откуда φ_1= -3 В ; φ_2 = 29,5 В.

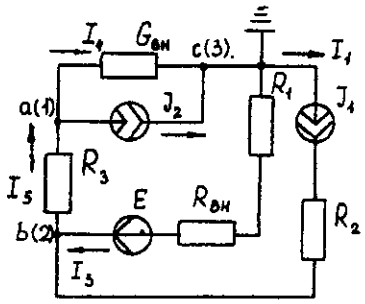


Рис. 1.4. Схема электрической цепи для метода узловых потенциалов

Токи в ветвях:

I_3 = [(φ_3 - φ_2) + E] * 1/ (R_1 + $R_{вн}$) = [(0 - 29,5) + 65,5] * 1/(9 + 3) - 3 А;

I_4 = (φ_3 - φ_1)-$G_{ВН}$ = (0 + 3)*0,5 = 1,5 А;

I_5 = (φ_1- φ_2) • 1/R_3 = (-3 - 29,5)*1/5 = -6,5 А.

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. (Е) при исключении источников тока (J_1) и (J_2) (рис. 1.5, а). Направление токов в цепи определяется согласно направлению источника э. д. с. (Е)

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

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).

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

I_4" = I_5" = $J_1 - I_3$" = 3,5 -1,3 = 2,2 А.

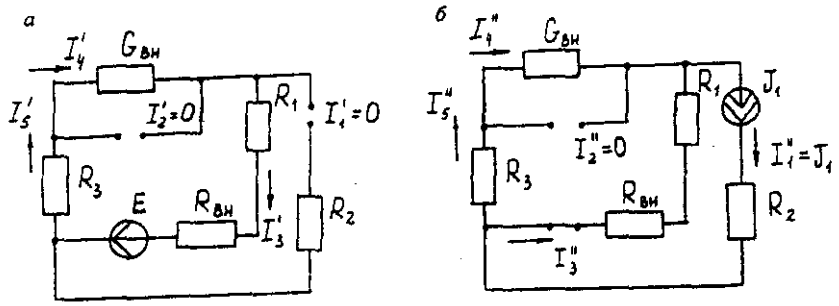


Рис. 1.5. Схема электрической цепи для метода наложения при исключении источника тока (а) и вызванные источником тока *(б)*

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. (Е) которого закорачивается. Направление токов в ветвях определяется согласно направлению (J_2).

$I_3''' = I_5''' = J_2 (1/G_{вн})/(R_1 + R_{вн} + R_3 + 1/G_{вн}) = 8*2/(9 + 3 + 5 + 2) = 0{,}85$ А;

$I_4''' = J_2 - I_3''' = 8 - 0{,}85 = 7{,}15$ А

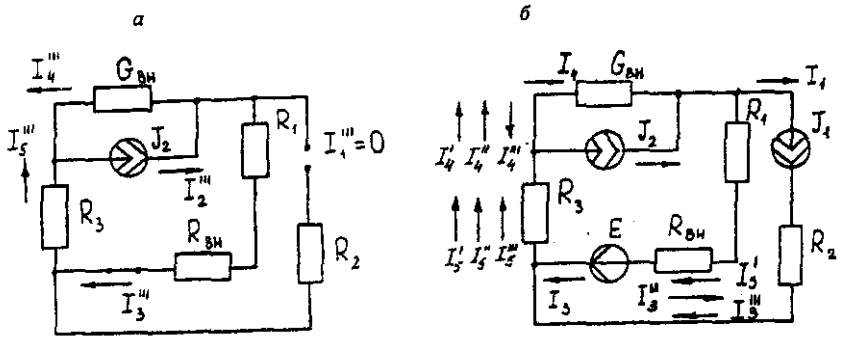


Рис. 1.6. Схема электрической цепи для определения составляющих токов в ветвях, вызванных источником тока (а) и при исключении (б)

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

$I_3 = I_3' - I_3'' + I_3''' = 3$А; $I_4 = -I_4' - I_4'' + I_4''' = 1{,}5$ А;

$I_5 = I_5' + I_5'' + I_5''' = 6{,}5$ А

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

Метод эквивалентного генератора

Определить ток ветви *ab.*

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

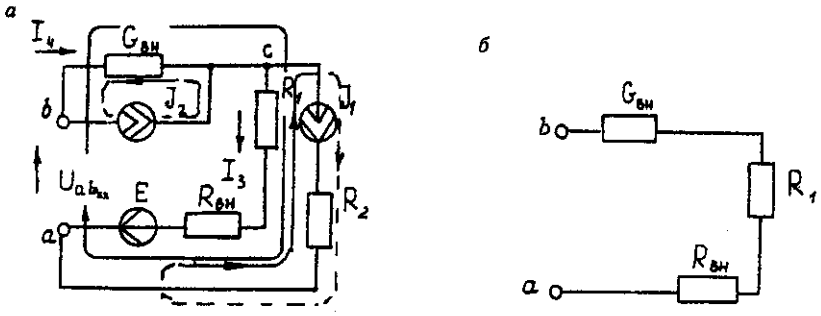


Рис. 1.7. Схема электрической цепи для метода эквивалентного генератора: *а* - исходная; *б* – преобразованная

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

$$U_{ab\,xx} - J_2 * 1/G_{вн} - J_1 * (R_{вн} - R_1) = E \quad (1.8)$$

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

Определяем входное сопротивление относительно зажимов выделенной ветви $U_{ab\,xx}$, при этом зажимы источника э. д. с. закорачиваем, а зажимы источников тока размыкаем. В результате получается электрическая цепь (рис. 1.7,6)

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

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

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, cosφ.

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

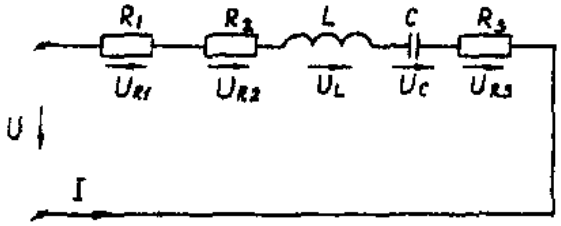


Рис. 2.1. Неразветвленная электрическая цепь

Методические указания

Рекомендуемая последовательность решения и расчетные формулы:

Вычисляют индуктивное и емкостное сопротивления в цепи, Ом

$$X_L = \omega \cdot L$$
$$X_C = 1/\omega \cdot c \quad (2.1)$$

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

Вычисляют полное сопротивление цели 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

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

Записывают комплекс тока в цепи при начальной фазе ψ_i=0 как İ = I, А.

Исходные данные к задаче

Таблица 2.1

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

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

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

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

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

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

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.

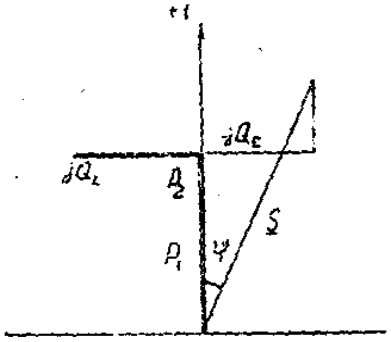


Рис. 2.1,с

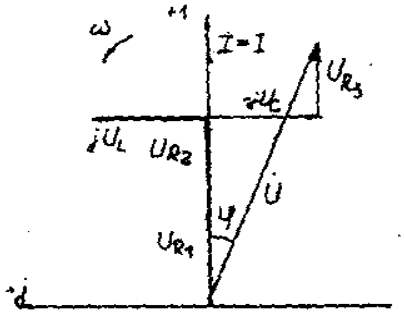


Рис. 2.1,в

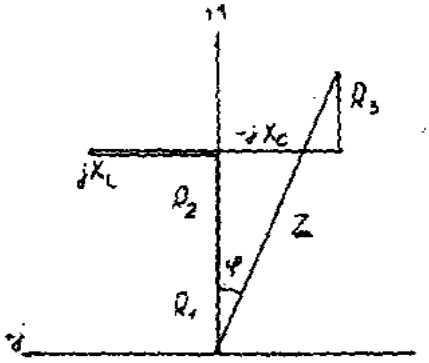


Рис. 2.1,а

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 лиаграмму токов. Записать ток на входе цепи а алгебраической и показательной формах.

3. Составить комплексное уравнение мощности, построить диаграмму мощности. Рассчитать: P, Q, S, cosφ.

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

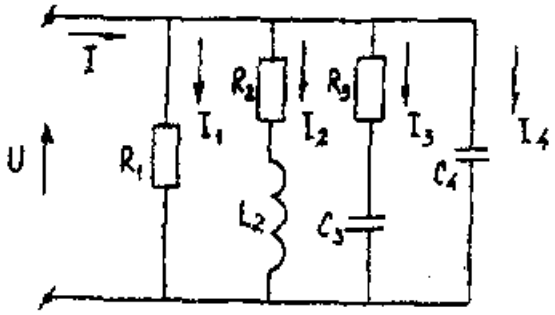


Рис. 2.2. Разветвленная электрическая цепь

Методические указания

Рекомендуемая последовательность решения и расчетные формулы:

Вычисляют комплексы проводимостей параллельных ветвей

$$\underline{Y}_1 = 1/\underline{Z}_1 = 1/R_1 = g_1$$
$$\underline{Y}_2 = 1/\underline{Z}_2 = 1/(R_2 + jX_{L2}) = R_2/Z_2^2 - jX_{L2}/Z_2^2 = g_2 - jb_{L2} \quad (2.6)$$
$$\underline{Y}_3 = 1/\underline{Z}_3 = 1/(R_3 - jX_{C3}) = R_3/Z_3^2 - jX_{C3}/Z_3^2 = g_3 - jb_{C3}$$
$$\underline{Y}_4 = 1/\underline{Z}_4 = 1/(-jX_{C4}) = jb_{C4}$$

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

Вычисляют полную проводимость цепи в комплексной форме

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

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

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

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = U\underline{Y} = U\begin{bmatrix} g_1 + (g_2 - jb_{L2}) + \\ + (g_3 + jb_{C3}) + jb_{C4} \end{bmatrix} = \quad (2.8)$$
$$= I_{a1} + (I_{a2} - jI_{L2}) + (I_{a3} + jI_{C3}) + jI_{C4}$$

Исходные данные к задаче

Таблица 2.2

Вари-ант	R_1, Ом	R_2, Ом	L, Гн	C, мкФ	R_3, Ом	U_{R1}, В	U_{R3}, 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

$$S = \dot{U} \cdot \dot{I} = U\left[I_{a1} + \left(I_{a2} + jI_{L2}\right) + \left(I_{a3} - jI_{C3}\right) + jI_{C4}\right] = \quad (2.9)$$
$$= P_1 + \left(P_2 + jQ_{L2}\right) + \left(P_3 - jQ_{C3}\right) - jQ_{C4}$$

где İ - сопряженный комплекс тока. Сопряженный комплекс — это исходный комплекс у которого знак мнимой составляющей меняется на противоположный.

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

Первоначально откладывают в масштабе (m_u) комплекс напряжений $\mathring{U} = U$ ($\psi_u=0$) 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.

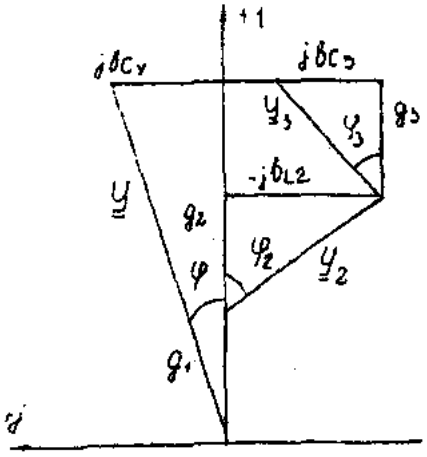


Рис. 2.2.а

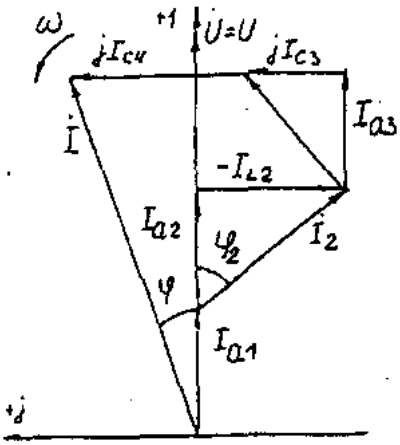


Рис. 2.2.в

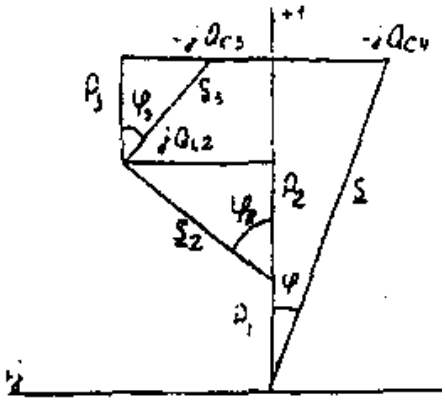


Рис. 2.2.с

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.

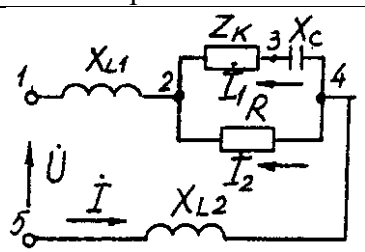
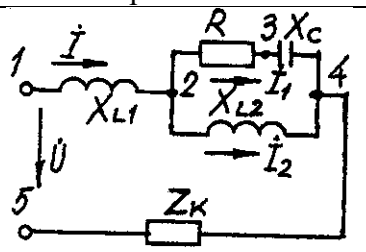
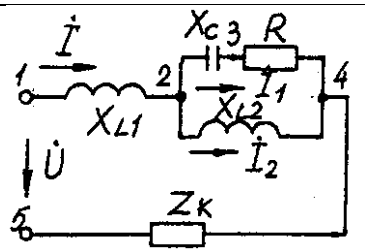
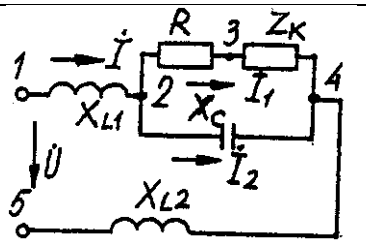
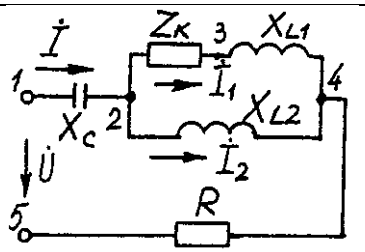
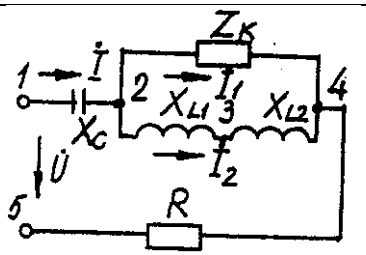
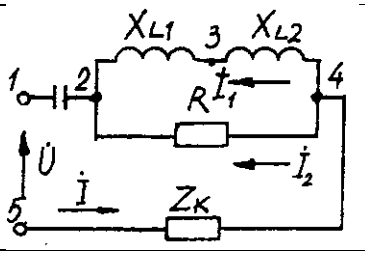
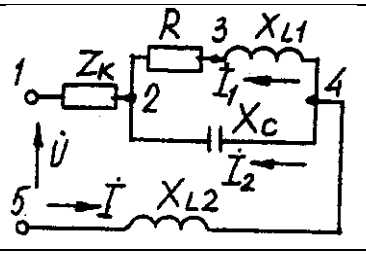
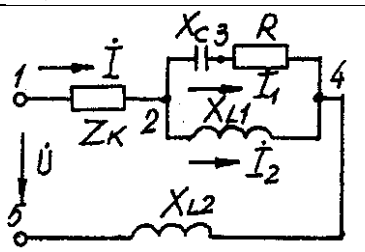
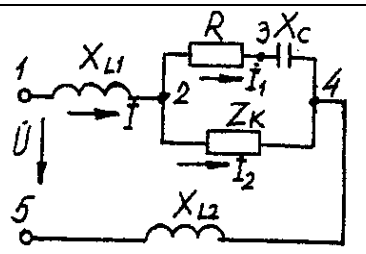
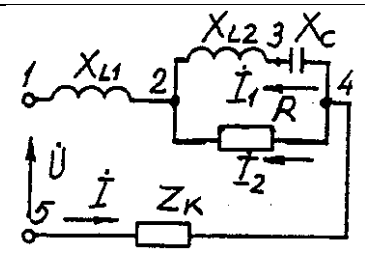
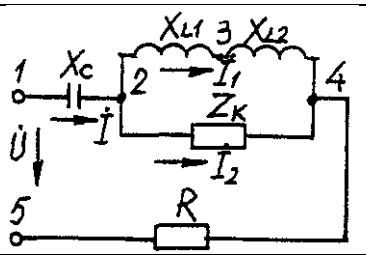
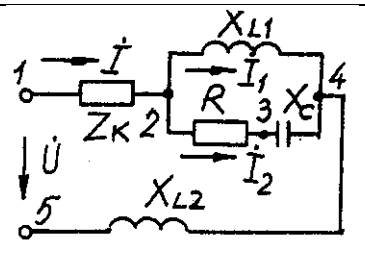
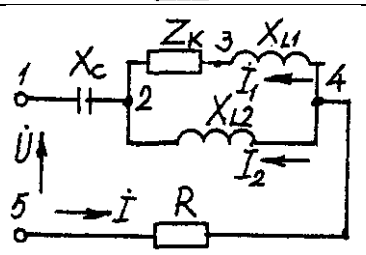
Методические указания.

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	

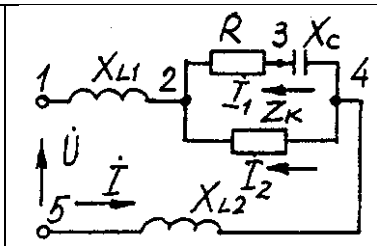
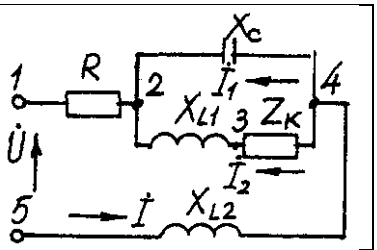
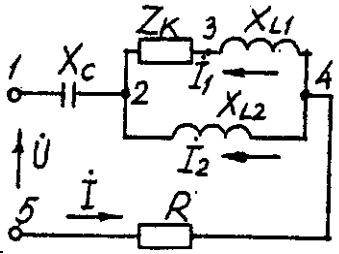
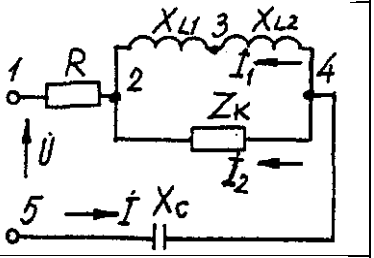
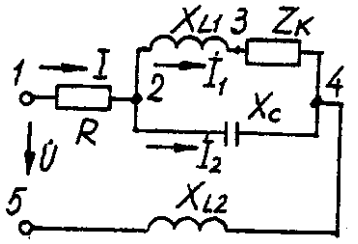
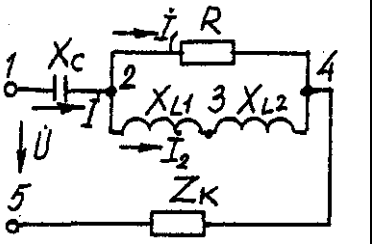
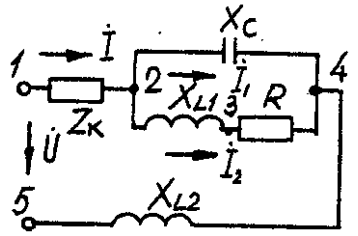
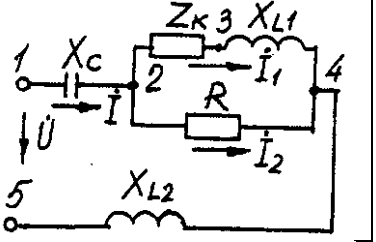
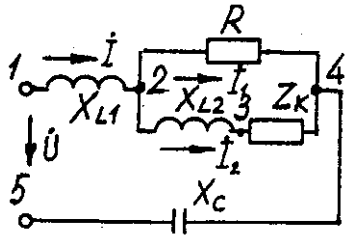
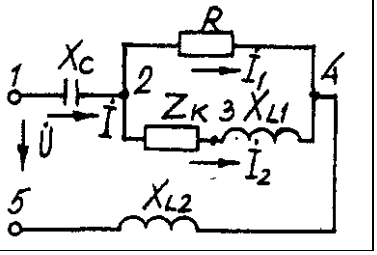
8		20	
9		21	
10		22	
11		23	
12		24	

Таблица 2.4

Номер вариа-нта	Значение параметров						
	U, В	R, Ом	X_{L1}, Ом	X_{L2}, Ом	X_C, Ом	R_K, Ом	X_{LK}, 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; $R_к$ =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.

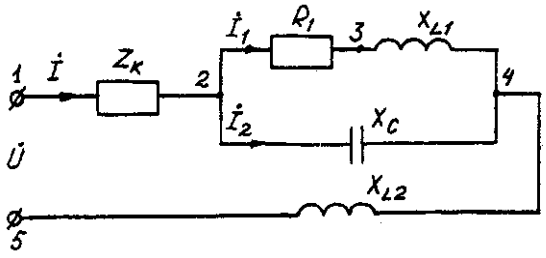


Рис. 2.3. Схема электрической цепи

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 *(İ, $İ_1$, $İ_2$)*, составляем систему (2.1) из трех уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа (одно по первому и два по второму законам) в комплексной форме:

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

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

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

$\dot{I}_1=(-1-j5,5)=5,59e^{-j100°}$,

$\dot{I}_2=(5-j2,5)=5,59e^{j27°}$,

$\dot{I}=(4-j3)=5e^{-j37°}$А.

Определяем падения напряжения на отдельных участках цепи, В:

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

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

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

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

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

Проверка решений, В:

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

Определяем мощности, ВА:

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

$\underline{S}_{24}=\mathring{U}_{24}\ddot{I}_1+\mathring{U}_{24}\cdot\ddot{I}_2=55,9e^{-j63°}\cdot 5,59e^{j100°}+55,9e^{-j63°}\cdot 5,59e^{-j27°}=313e^{j37°}+313e^{-j90°}=250+j188-j313;$

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

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

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

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

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

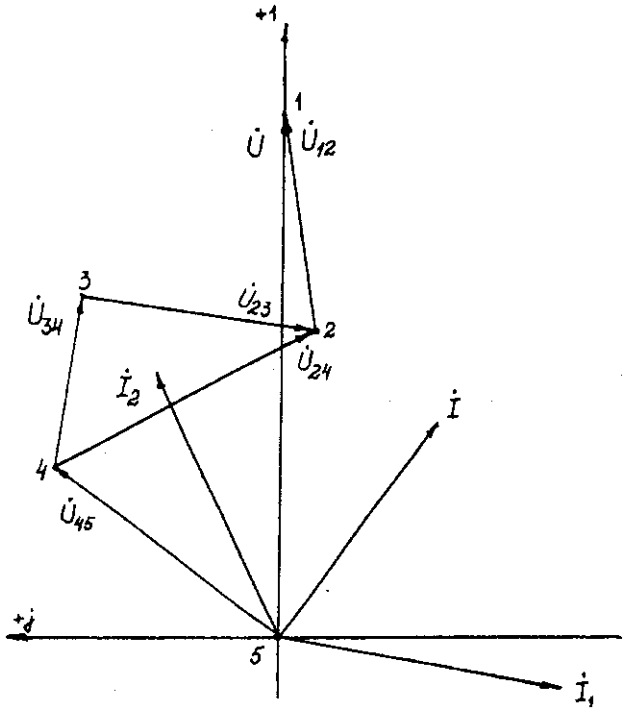


Рис. 2.4. Векторная диаграмма токов и напряжений

Задача 3. РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

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

Номер вариа-нта	Значения параметров									
	U_A, В	Сопротивление фазы «a», Ом			Сопротивлени е фазы «b», Ом			Сопротивление фазы «c», Ом		
		R	X_L	X_C	R	X_L	X_C	R	X_L	X_C
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	-	б	-	8
15	127	3	4	-	-	-	10	-	-	12,7
16	127	8	6	-	3	-	4	12,7	-	-
17	220	20	-	-	-	-	22	8	б	-
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.

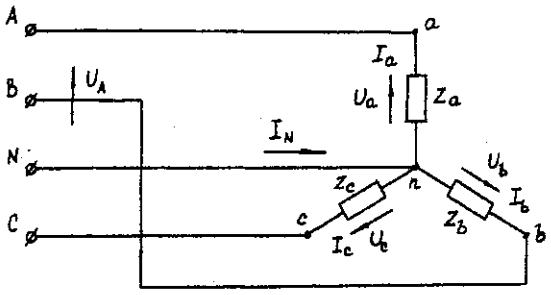


Рис. 3.1. Соединение фаз приемника звездой

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 *($\mathring{U}_A = U$).*

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

Пример решения задачи

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

$\mathring{U}_a = \mathring{U}_A$=220В;

$\mathring{U}_b = \mathring{U}_B = 220e^{-j120°} = (-110-j190)$ *В;*

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

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

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

$\dot{I}_c = \mathring{U}_c/\underline{Z}_c = 220e^{j120°}/20e^{-53°} = 11e^{j173°} = (-10,92+j1,34)$ *А.*

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

$\underline{S}^{(3)} = \underline{S}_a + \underline{S}_b + \underline{S}_c = \mathring{U}_a\dot{I}_a + \mathring{U}_b\dot{I}_b + \mathring{U}_c\dot{I}_c = 220*10+220e^{-120°}11e^{j157°}+220e^{j120°}11e^{j173°} = 2200+2420e^{j37°}+2420e^{-j53°} = 2200+(1933+j1456)+(1456-j1933) = (5589-j477) = 5610e^{-j5°}$ *ВА.*

Векторная диаграмма напряжений и токов представлена на рис. 3.2.

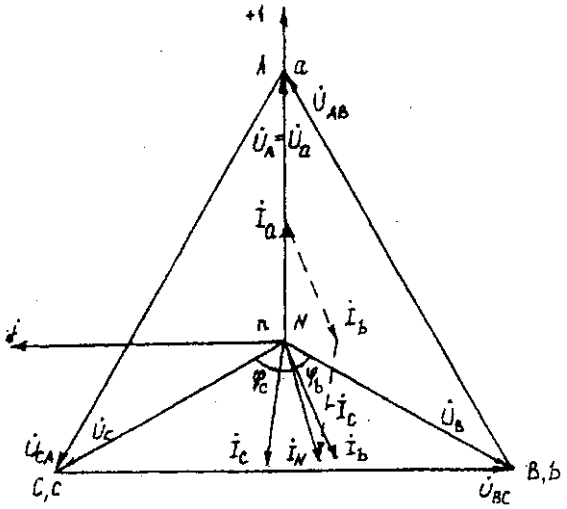


Рис. 3.2. Векторная диаграмма напряжений и токов

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:

$U_{nN}=(U_A\underline{Y}_a+ U_B\underline{Y}_b + U_C\underline{Y}_c)/(\underline{Y}_a+ \underline{Y}_b + \underline{Y}_c)$. (3.2)

Проводимости фаз нагрузки, См

$\underline{Y}_a$ =1/Z_a= 1/22 =0,045;

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

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

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

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

Вычисляем напряжения фаз нагрузки, В

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

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

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

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

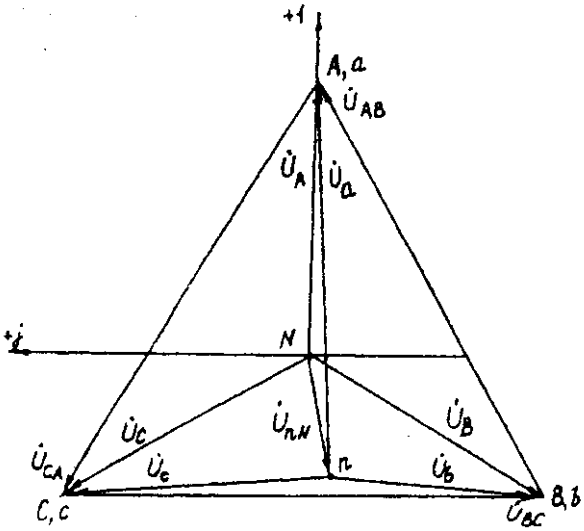


Рис. 3.3. Векторная диаграмма напряжений генератора и нагрузки

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

Номер вариа-нта	Значения параметров									
	U_A, В	Сопротивление фазы «a», Ом			Сопротивление фазы «b», Ом			Сопротивление фазы «c», 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.

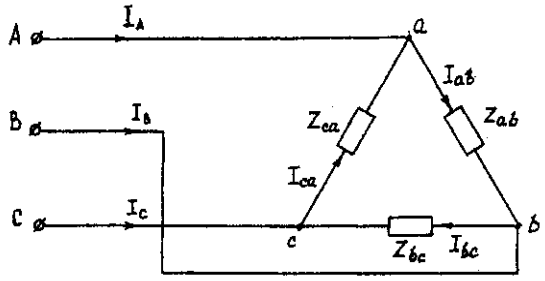


Рис. 3.4. Соединение фаз приемника треугольником

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

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°).

Последовательность решения.

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

Записать комплексы фазных напряжений приемника

$$\mathring{U}_{ab}=\mathring{U}_{AB}=U$$
$$\mathring{U}_{bc}=\mathring{U}_{BC}=Ue^{-j120°}$$
$$\mathring{U}_{ca}=\mathring{U}_{CA}=Ue^{j120°}$$

Вычислить фазные токи приемника по формулам:

$$\dot{I}_{ab}=\mathring{U}_{ab}/\underline{Z}_{ab};$$
$$\dot{I}_{bc}=\mathring{U}_{bc}/\underline{Z}_{bc};$$
$$\dot{I}_{ca}=\mathring{U}_{ca}/\underline{Z}_{ca}.$$

Вычислить линейные токи по формулам:

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

Вычислить активную мощность цепи по формуле

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

Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

Пример решения задачи

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

Записываем комплексы фазных напряжений приемника, В

$$\mathring{U}_{ab}= \mathring{U}_{AB}=380;$$
$$\mathring{U}_{bc}= \mathring{U}_{BC}=380e^{-j120°};$$
$$\mathring{U}_{ca}= \mathring{U}_{CA}=380e^{j120°}.$$

Вычисляем фазные токи приемника по формулам, А:

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

Вычисляем линейные токи по формулам, А:

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

Вычисляем активную мощность цепи по формуле , Вт:

$P^{(3)} = P_{ab} + P_{bc} + P_{ca} = Re(\mathring{U}_{ab}\ddot{I}_{ab})+Re(\mathring{U}_{bc}\ddot{I}_{bc})+Re(\mathring{U}_{ca}\ddot{I}_{ca})=Re(380\cdot17,3)+Re(380e^{-j120°}\cdot19e^{j157°})+Re(380e^{j120°}\cdot19e^{-j157°})=6600+5776+5776=18152.$

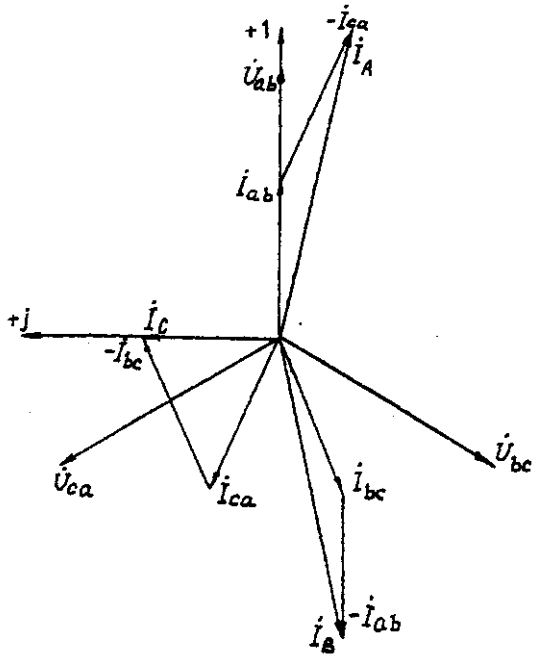


Рис. 3.5. Векторная диаграмма напряжений и токов

Задача 4. РАСЧЕТ СЛОЖНЫХ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Номер вариан-та	Исходные данные					
	$U_Л$, 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
б	220	1,1	1,4+j1,2	6+j10	б	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	б	O,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 $Z_{Л2}$.

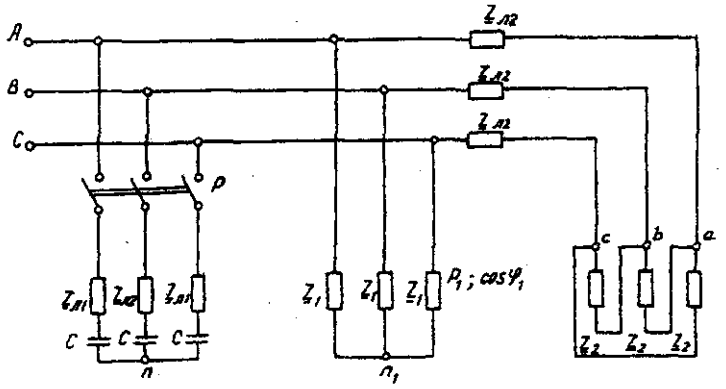


Рис. 4.1. Электрическая схема трехфазных потребителей

Для повышения коэффициента мощности приемников до единицы к тому же источнику через линию электропередачи с сопротивлением $Z_{Л1}$ в каждой фазе подключается батарея конденсаторов С, 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; $\underline{Z}_{Л1}$= 1,7 Ом; $\underline{Z}_{Л2}$= (1,4+j1,6) Ом; $\underline{Z}_2$= (9+j7) Ом; P_1= 4 Вт; cos φ_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

$$U_ф=\frac{U_Л}{\sqrt{3}}=\frac{220}{\sqrt{3}}=127.$$

Вектор фазного напряжения источника венных чисел, тогда, В

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

$$\mathring{U}_A=\mathring{U}_Ф=127;$$
$$\mathring{U}_B=\mathring{U}_A\cdot e^{-j120°}=127\cdot e^{-j120°};$$
$$\mathring{U}_C=\mathring{U}_A\cdot e^{-j120°}=127\cdot e^{j120°};$$
$$\mathring{U}_{AB}=\mathring{U}_A-\mathring{U}_B=127\cdot 127\cdot e^{-j120°}=220e^{j30°};$$
$$\mathring{U}_{CA}=\mathring{U}_C-\mathring{U}_A=127\cdot e^{j120°}-127=220e^{j150}.$$

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

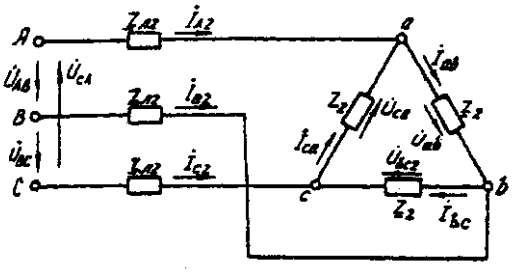


Рис. 4.2. Треугольник сопротивлений второго приемника

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).

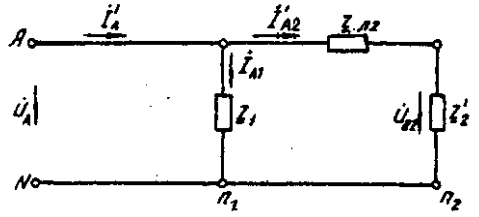


Рис. 4.3. Расчетная схема токов в фазе А

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:

$$\dot{I}_{A2}=\frac{\dot{U}_{A2}}{\underline{Z}'_2}=\frac{12}{5\angle 66^{j41°48'}}=21{,}52e^{-j41°48'};$$

$$\dot{I}_{B2}=21{,}52e^{-j161°48'};$$

$$\dot{I}_{C2}=21{,}52e^{-j78°12'}.$$

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

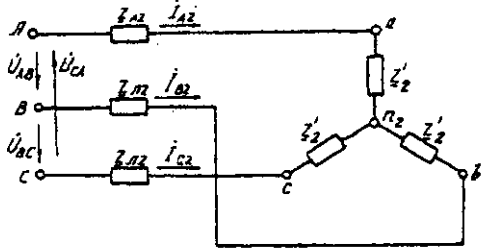


Рис. 4.4. Эквивалентная звезда второго приемника

Фазные напряжения эквивалентной звезды, В:

$\dot{U}_{a2}=\dot{U}_A-\dot{I}_{A2}\cdot\underline{Z}_{Л2}=127\text{-}21{,}52e^{-j41°48'}\cdot 2{,}13e^{j48°49'}=81{,}59-j5{,}58=81{,}78e^{-j3°55'};$

$\dot{U}_{b2}=81{,}78e^{-j123°55'};$

$\dot{U}_{c2}=81{,}78e^{j116°05'}.$

Линейные напряжения эквивалентной звезды, В:

$\dot{U}_{ab2}=\dot{U}_{a2}-\dot{U}_{b2}=81{,}78e^{-j3°55'}\text{-}\ 81{,}78e^{-j123°55'}=141{,}65e^{j26°05'};$

$\dot{U}_{bc2}=\dot{U}_{b2}-\dot{U}_{c2}=81{,}78e^{-j123°55'}\text{-}\ 81{,}78e^{-j116°05'}=141{,}65e^{-j93°55'};$

$\dot{U}_{ca2}=\dot{U}_{c2}-\dot{U}_{a2}=81{,}78e^{j116°05'}\text{-}\ 81{,}78e^{-j3°55'}=141{,}65e^{j146°05'}.$

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

$$\dot{I}_{ab}=\frac{\dot{U}_{ab2}}{\underline{Z}_2}=\frac{141{,}65e^{j26°05'}}{9+j7}=\frac{141{,}65e^{j26°05'}}{11{,}4e^{j37°52'}}=12{,}42e^{-j11°47'};$$

$$\dot{I}_{bc}=12{,}42e^{-j131°47'};$$

$$\dot{I}_{ca}=12{,}42e^{-j108°13'}.$$

Полная мощность одной фазы второго приемника с учетом сопротивления линии электропередачи $\underline{Z}_{Л2}$ равна, ВА:

$$S_2=U_A\cdot I_{A2}=127\cdot 21{,}52e^{j41°48'}=2733e^{j41°48'}=(2037+j1822);$$

$$P_г=2037\ \text{Вт};\ Q_2=1822\ \text{ВА}.$$

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:

$$\mathring{U}_{a1}=\mathring{U}_1=127;$$
$$\mathring{U}_{b1}=\mathring{U}_B=127e^{-j120°};$$
$$\mathring{U}_{c1}=\mathring{U}_C=127e^{j120°};$$
$$\mathring{U}_{ab}=\mathring{U}_{AB}=220e^{j30°};$$
$$\mathring{U}_{bc}=\mathring{U}_{BC}=220e^{-j90°};$$
$$\mathring{U}_{ca1}=\mathring{U}_{CA}=220e^{j150°};$$

Для приемника, соединенного в звезду, фазные токи равны линейным $I_Ф=I_Л$. Определяем модуль фазного тока первого приемника, А:

$$I_Ф=\frac{P_1}{3U_Ф\cos\varphi_1}=\frac{4000}{3\cdot127\cdot0,7}=15$$

Определяем угол сдвига фаз между напряжением и током первого приемника:

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

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

$$\Psi_{IA}=\Psi_{UA}-\varphi_1=0-45°34'=-45°34'$$

Следовательно,

$$\dot{I}_{A1}=15\cdot e^{-j45°34'};$$
$$\dot{I}_{B1}=15\cdot e^{-j165°34'};$$
$$\dot{I}_{C1}=15\cdot e^{-j74°26'};$$

Полная мощность одной фазы первого приемника:

$$\dot{S}_1=\dot{U}_A\cdot\dot{I}_{A1}=127\cdot15\cdot e^{j45°34'}=1905\ e^{j45°34'}=(1333+j360)\ ВА;$$
$$P_1=1333\text{кВт};\ Q_1=1360\ \text{В}\cdot\text{А}.$$

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

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

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:

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

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

$$X_c^2-\frac{U^2}{Q_c}X_c+R_{Л1}^2=0;$$

$$X_{c1,2}=\frac{U^2}{2Q_c}\pm\sqrt{\left(\frac{U^2}{2Q_c}\right)^2-R_{л1}^2}=\frac{127^2}{2\cdot3182}\pm\sqrt{\left(\frac{127^2}{2\cdot3182}\right)^2-1,7^2}=(2,53\pm1,88);$$

$$X_{c1}=4,41;\ X_{c2}=0,65.$$

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 $\underline{Z}_{Л1}=R_{Л1}$. 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:

$\underline{Z}=\underline{Z}_{л1}-jX_C = 1{,}7 - j4{,}41 = 4{,}73e^{-j68°55'}$.

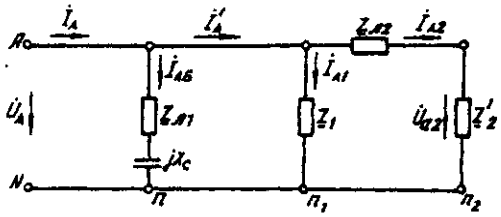


Рис. 4.5. Расчетная схема токов в фазе А с учетом батареи конденсаторов

9. Определяем фазные токи батареи конденсаторов, А:

$$\dot{I}_{Аб} = \frac{\dot{U}_A}{\underline{Z}_б} = \frac{127}{4{,}73e^{-j68°55'}} = 9{,}66 + j25 = 26{,}85e^{68°55'};$$

$$\dot{I}_{Вб}=26{,}85e^{j51°05'}\text{А};\ \dot{I}_{Сб}=26{,}85e^{j188°55'}.$$

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

$$\dot{I}_A=\dot{I}_{Аб}+\dot{I}'_A=9{,}66+j25+26{,}5-j25=36{,}16;$$
$$\dot{I}_B=36{,}16e^{-j120°};\ \dot{I}_C=36{,}16e^{j120°}.$$

Данные расчета показывают, что фазные токи и напряжения источника совпадают по фазе. Следовательно, параметр емкости С 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).

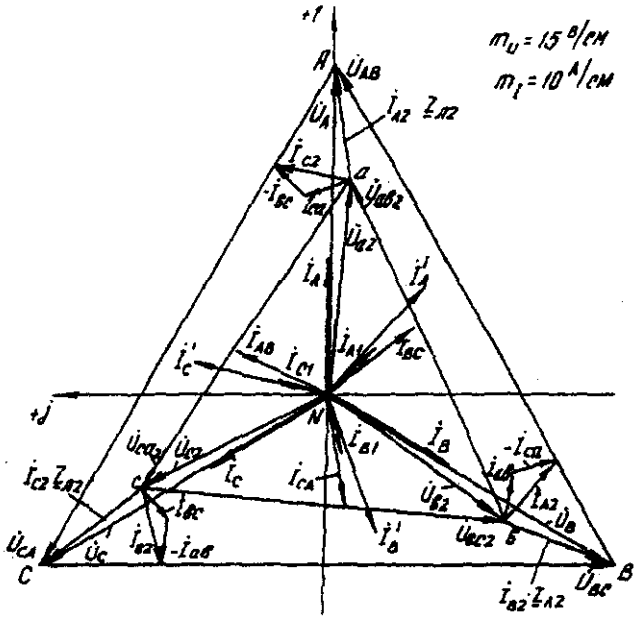


Рис. 4.6. Векторная диаграмма

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 В/см и масштаб тока m_I = 10 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 вариа-нта	Значение параметров						
	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	R_4, 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 $u_L = L\, di/dt$, $i = C du_c/dt$.

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

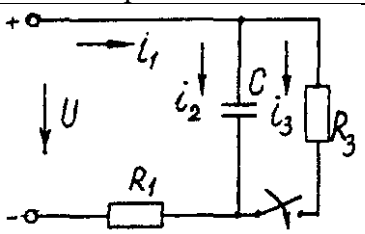
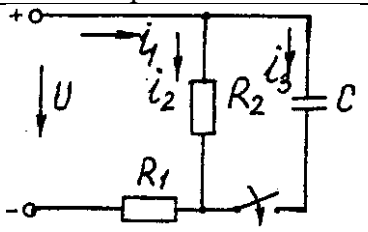
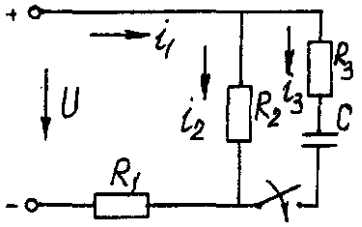
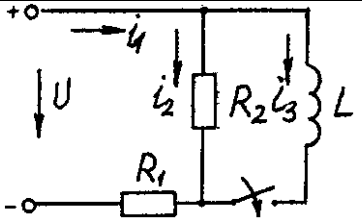
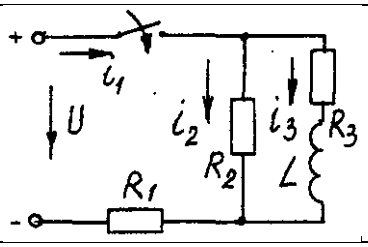
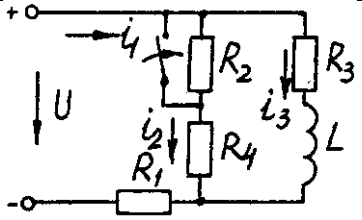
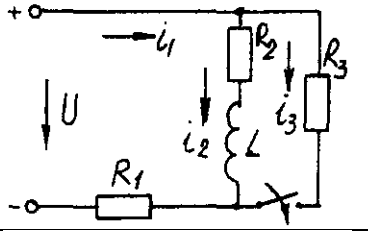
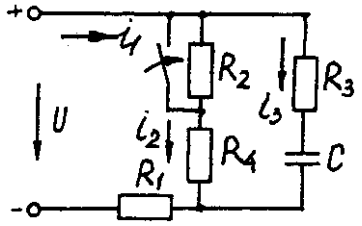
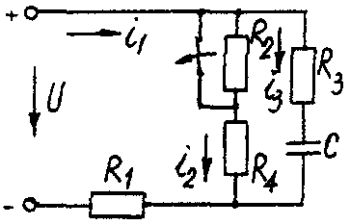
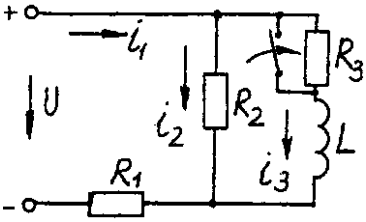
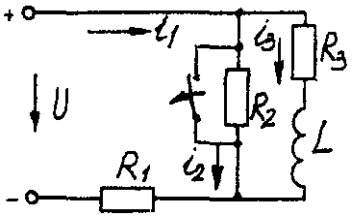
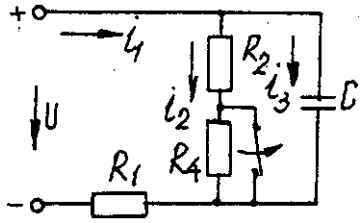
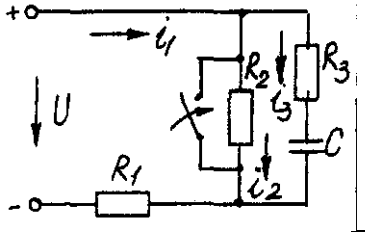
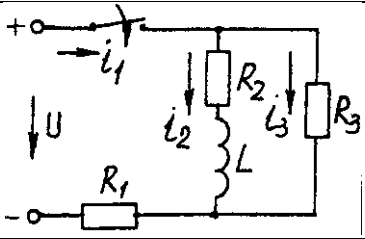
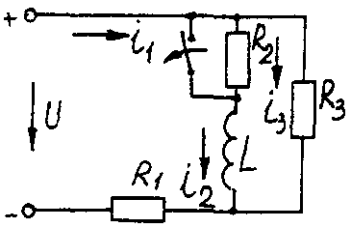
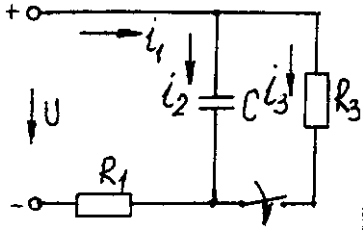
$$Ae^{pt}$$

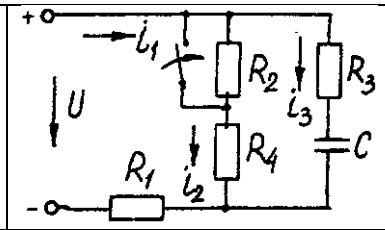
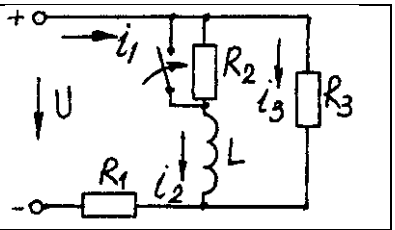
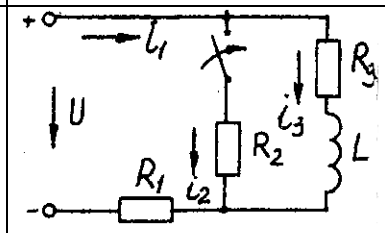
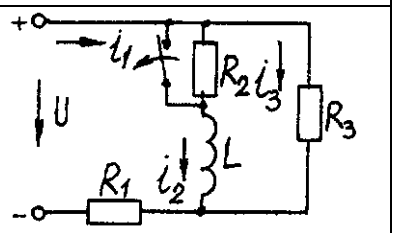
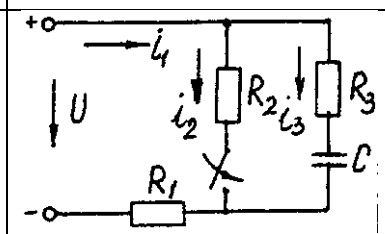
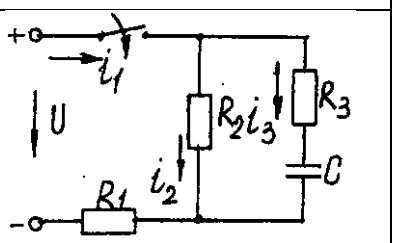
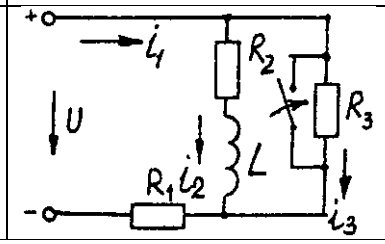
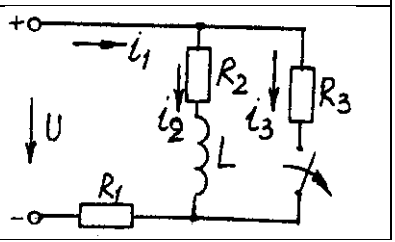
где A - постоянная интегрирования; p - корень характеристического уравнения.

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	

9		21	
10		22	
11		23	
12		24	

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

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

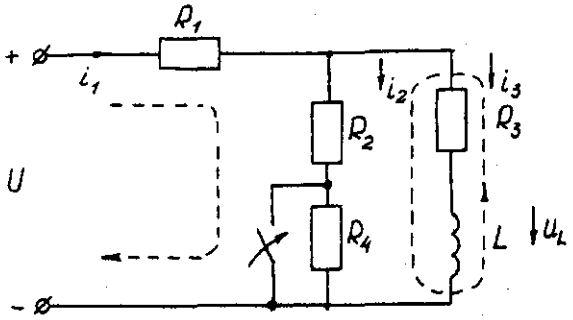


Рис. 5.1. Схема электрической цепи

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 $i_3(t)$

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

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

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

Запишем однородное дифференциальное уравнение первого порядка

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

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; τ - постоянная времени электрической цепи, τ = 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

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

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

$$i_3(0)=1,6\text{А}.$$

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

Окончательно

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

Решение операторным методом.

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

Составляется система уравнений в изображениях (в операторной форме)

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

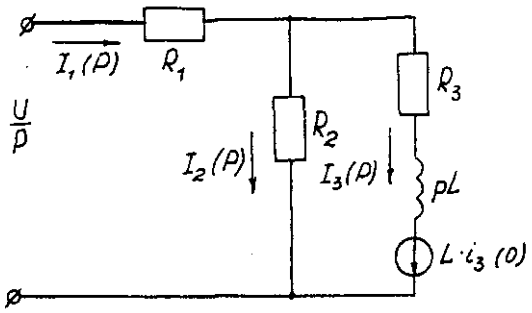


Рис. 5.2. Операторная схема замещения электрической цепи

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

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

где $p_к$ - 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 $i_3(t)$

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

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

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

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

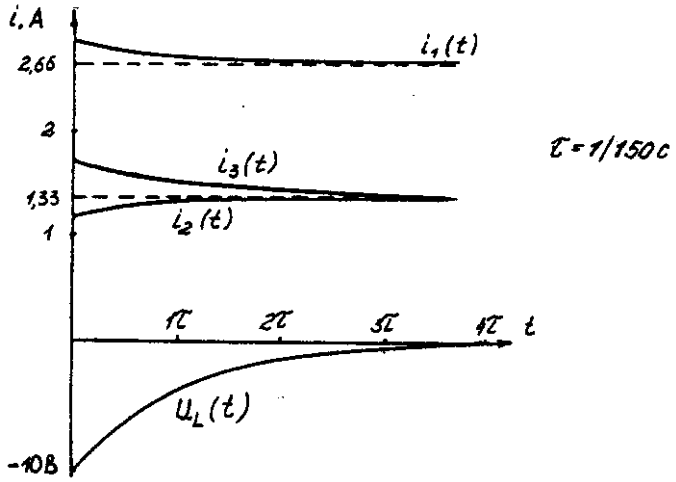


Рис. 5.3. Временные диаграммы токов и напряжения иа индуктивности

Пример расчета цепи содержащей емкость (рис. 5.4).

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

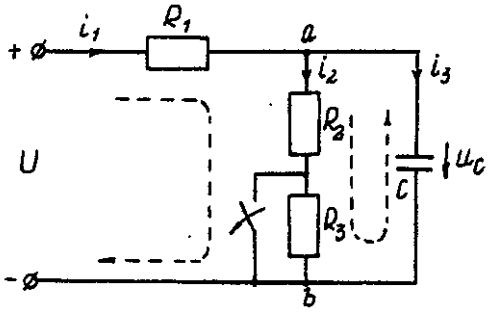


Рис. 5.4. Схема электрической цепи

Определить и построить следующие зависимости: $u_C(t)$, $u_1(t)$, $u_2(t)$, $u_3(t)$.

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; τ - постоянная времени электрической цепи, $\tau = 1/300$; $u_C(0) = 50$ В, напряжение u_C в момент коммутации (определяется расчетом рассматриваемой цепи до коммутации):

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

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

Окончательно имеем:

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

На рис. 5.5 представлены переходные характеристики токов и напряжения на емкости.

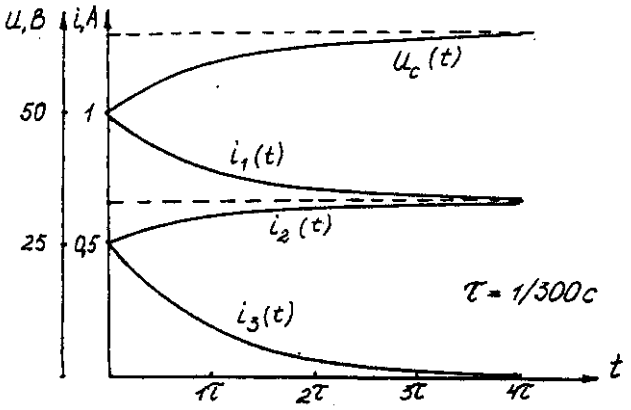


Рис. 5.5. Временные диаграммы токов и напряжения на емкости

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)

$$\begin{cases} I_1(p) = I_2(p) + 100 \cdot 10^{-6}[pU_C(p) - u_C(0)]; \\ I_1(p)50 + [I_2(p)(50+50)] = \frac{100}{p}; \\ [I_2(p)(50+50)] - U_C(p) = 0. \end{cases} \quad (5.17)$$

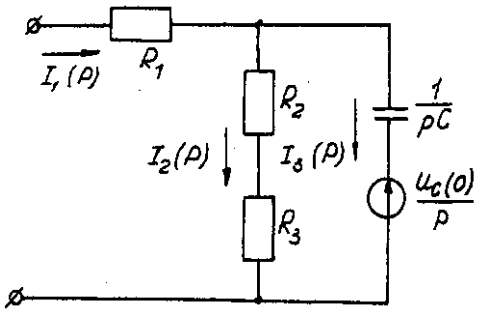


Рис. 5.6. Операторная схема замещения электрической цепи

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:

$$[pU_C(p)-u_C(0)]+300\cdot U_C(p)=20000/p;$$

$$Uc\ (p)(p + 300) = 20000/p + 50;$$

$$U_c\ (p) = [20000 + 50p]\ /p(p + 300) = F_1(p)/\ F_2(p),$$

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

$$U_C(t)=\Sigma([F_1(p)/F_2'(p)]\cdot e^{p_k\cdot t}), \quad (5.18)$$

где $p_к$ - 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 $u_C(t)$

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

$$=[(20000 + 50\ 0) / 300]\cdot e^{300\cdot 0} + [(20000+50\ (-300) / (-300)]\cdot e^{-300t}$$

$$= 66{,}7 - 16{,}7\cdot e^{-300\cdot t}.$$

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.

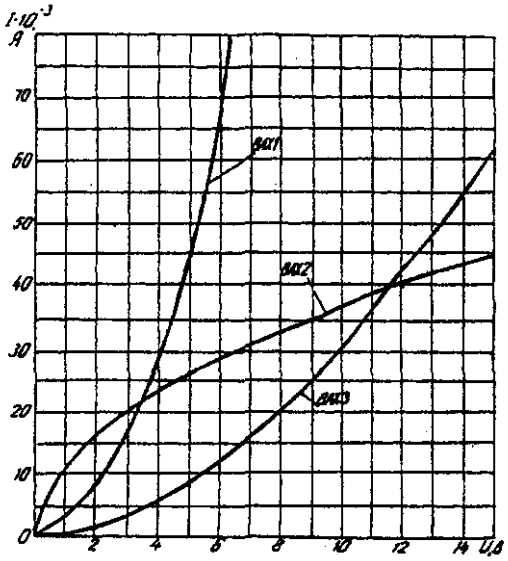


Рис. 6.1. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов

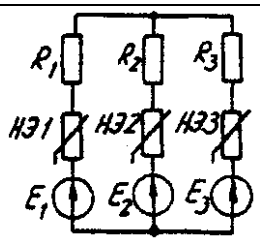
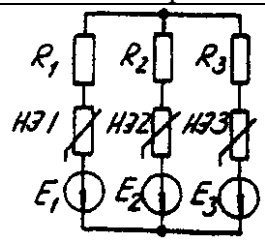
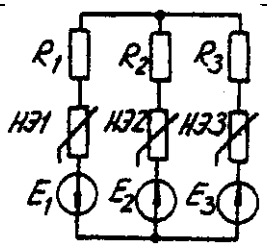
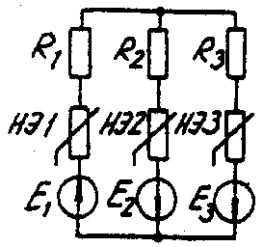
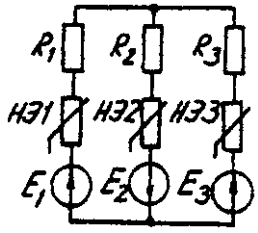
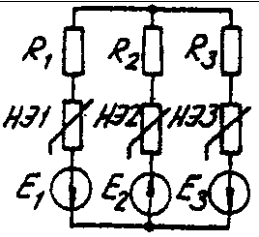
Методические указания.

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

1		5	
2		6	
3		7	

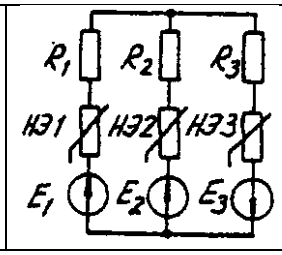
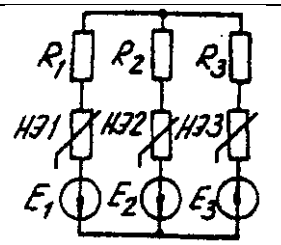
4	 R1 R2 R3 НЭ1 НЭ2 НЭ3 E1 E2 E3	8	 R1 R2 R3 НЭ1 НЭ2 НЭ3 E1 E2 E3

Таблица 6.2

Исходные данные к задаче 6

Вариант	Номер схемы	Значения параметров								
		R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	НЭ1	НЭ2	НЭ3	E_1, В	E_2, В	E_3, В
1	1	600	300	400	ВАХ1	ВАХ3	ВАХ2	24	9	10
2	2	100	200	500	-	ВАХ2	ВАХ3	-	24	12
3	3	-	800	400	ВАХ2	ВАХ2	ВАХ3	-	15	20
4	4	400	300	600	-	ВАХ3	ВАХ1	10	8	14
5	5	-	800	600	ВАХ3	ВАХ2	ВАХ1	15	9	24
6	6	100	700	500	ВАХ1	-	ВАХ3	8	-	10
7	7	200	-	500	ВАХ2	ВАХ3	ВАХ1	6	-	12
8	8	1000	400	700	ВАХ2	-	ВАХ3	16	9	18
9	1	800	-	100	ВАХ1	ВАХ2	ВАХ3	10	15	20
10	3	400	700	200	ВАХ3	ВАХ2	ВАХ1	8	16	-
11	5	100	200		ВАХ2	ВАХ3	ВАХ1	24	12	-
12	7	600	200	400	ВАХ3	ВАХ1	-	15	10	20
13	2	500	700	-	ВАХ1	ВАХ2	ВАХ3	16	12	9
14	4	-	-	-	ВАХ3	ВАХ1	ВАХ2	14	20	8
15	6	200	100	-	-	ВАХ2	ВАХ3	10	8	15
16	8	-	500	-	ВАХ1	-	ВАХ3	12	6	18
17	1	-	-	600	ВАХ1	ВАХ3	-	20	-	4
18	2	800	-	-	-	ВАХ2	ВАХ3	15	10	5
19	3	-	900	-	ВАХ1	-	ВАХ3	6	12	8
20	4	-	-	100	ВАХ3	ВАХ1	-	16	18	9
21	5	400	-	200	-	ВАХ2	ВАХ3	9	4	10
22	6	-	-	-	ВАХ1	ВАХ2	ВАХ3	-		18
23	7	-	-	500	ВАХ2	ВАХ3	-	14	12	6
24	8	-	300	-	ВАХ1	-	ВАХ3	-	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

$$U_{Нэк}=E_к-E$$

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.

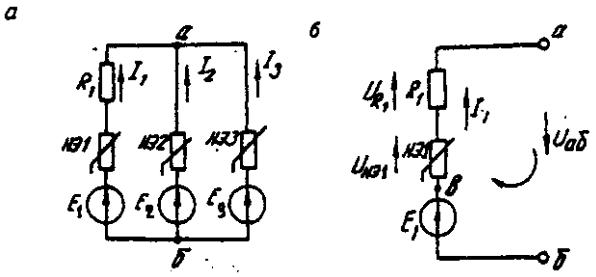


Рис. 6.2. Заданная *(а)* и расчетная (б) электрические схемы

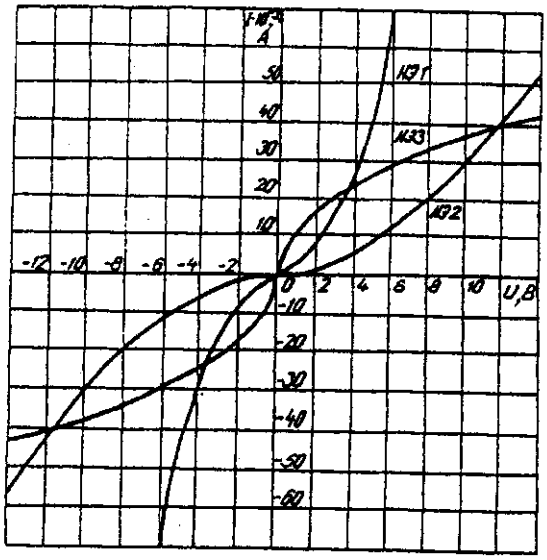


Рис. 6.3. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов

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 $U_{аб}$ 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

$$E_1=U_{аб}+U_{R1}+U_{НЭ1} \text{ или } U_{аб}=E_1-(U_{R1}+U_{НЭ1}).$$

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 $E_1< U_{аб}$ уменьшает значение.

На рис. 6.4 изображены характеристики первого нелинейного элемента $I_1=f(U_{НЭ1})$, резистора $I_1=f(U_{R1})$, суммарная

$I_1=f(U_{аб})$ и прямая, соответствующая $E_1 > 0$. Здесь же нанесена результирующая характеристика $I_1=f(U_{аб})$.

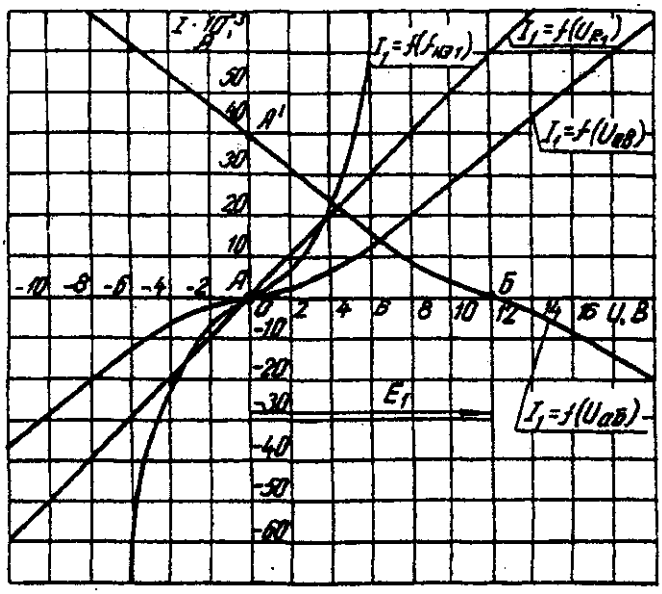


Рис. 6.4. Вольт-амперные характеристики первого нелинейного элемента

Для т. *А* кривой $I_1=f(U_{НЭ1})$ напряжение на первом нелинейном элементе будет равно нулю $(U_{НЭ1}= 0)$ при $I_1=0$. При этом $U_{аб} = E_1$ т. е. начало) кривой $I_1=f(U_{аб})$ сдвинуто в точку *Б*, в которой $U_{аб} = E_1$. Росту $U_{аб}$, при $U_{аб} >0$ соответствует уменьшение $U_{аб}$. Для точки *А*' при $U_{аб} = E_1$, $U_{аб} = 0$. Росту $U_{аб}$ при $U_{аб} < 0$ отвечает увеличение $U_{аб}$, причем $U_{аб} > E_1$.

Аналогичным образом перестраивают кривые $I_2=f(U_{НЭ2})$ и $I_3 =f(U_{нэз})$ для других ветвей схемы (рис. 6.5 и 6.6).

3. Нанесем кривые $I_1= f(U_{аб})$, $I_2=f(U_{аб})$ и $I_3 =f(U_{аб})$ на одном рисунке и построим результирующую вольт-амперную характеристику $I= f(U_{аб})$ просуммировав ординаты кривых (рис. 6.7).

4. Точка *А* пересечения кривой $I= f(U_{аб})$ с осью абсцисс дает значение Саб, при котором удовлетворяется уравнение

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0.$$

Восстанавливаем в этой точке перпендикуляр к оси абсцисс до пересечения с кривыми $I_1= f(U_{аб})$, $I_2=f(U_{аб})$ и $I_3 =f(U_{аб})$ 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

$$I_1=15\cdot10^{-3};$$
$$I_2=5\cdot10^{-3};$$
$$I_3=-20\cdot10^{-3}.w$$

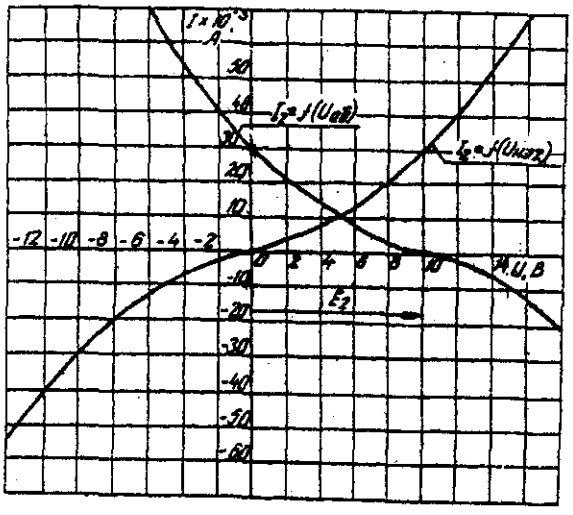


Рис. 6.5. Вольт-амперные характеристики второго нелинейного элемента

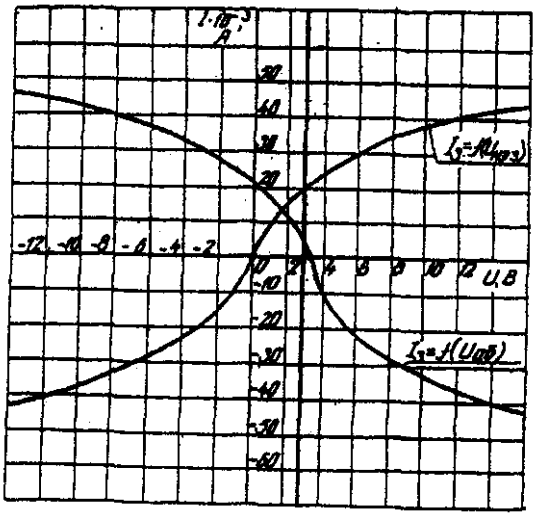


Рис 6.6. Вольт-амперные характеристики третьего нелинейного элемента

Сделаем проверку

$$I_1 + I_2 + I_3 = 15 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-3} - 20 \cdot 10^{-3} = 0 \text{ A}.$$

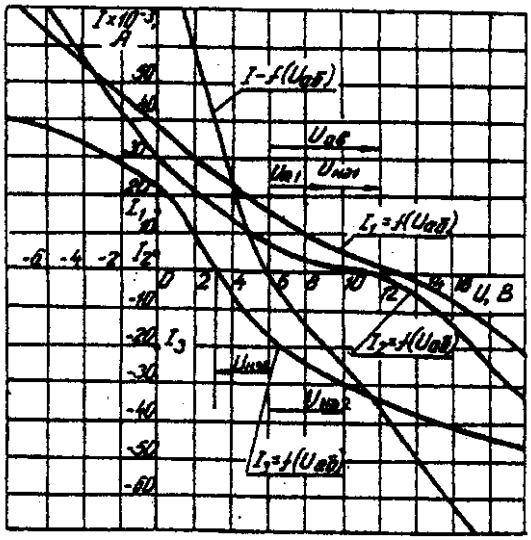


Рис. 6.7. Результирующие вольт-амперные характеристики

Располагая построенными характеристиками, легко находим напряжения на всех нелинейных элементах цепи (см. рис. 6.7):

$U_{НЭ1} = 3$; $U_{НЭ1} = 2$; $U_{НЭ1} = 3$.

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).

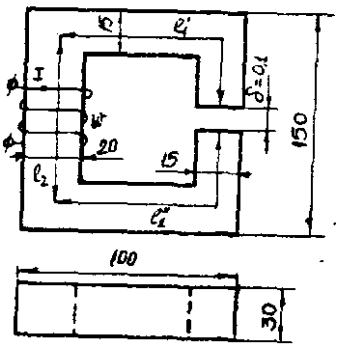


Рис. 7.1. Неразветвленная магнитная цепь

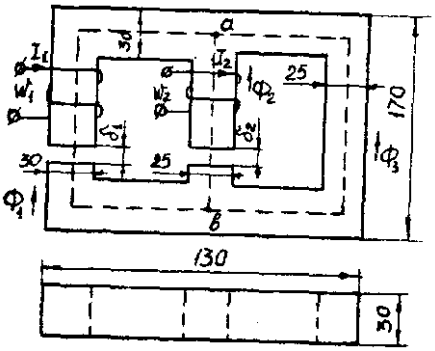


Рис. 7.2. Разветвленная магнитная цепь

Основными величинами, характеризующими магнитное поле и используемыми при расчете к анализе 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 μ_0 — постоянная, характеризующая свойства вакуума,

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$$

μ — относительная магнитная проницаемость.

$$H = 0{,}8 \cdot 10^6 B$$

Магнитную индукцию B измеряют в теслах (1 Тл = 1 Вс/м^2). Единицей напряженности магнитного поля H является 1 А/м,

Магнитная индукция и напряженность магнитного поля — векторные величины.

Величиной. служащей для интегральной оценки магнитного поля, является магнитный поток Ф, представляющий собой поток вектора магнитной индукции сквозь поверхность dS

$$\Phi = \int_S BdS$$

Если магнитный поток проходит сквозь поверхность, расположенную перпендикулярно линиям магнитной индукции поля, то магнитный поток определяется по формуле

$$\Phi = BS$$

Магнитны поток измеряют в веберах (1 Вб = 1 Вс).

Магнитное поле создается электрическими тока. 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

$$\oint Hdl = \sum I$$

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

$$\sum_K H_K l_K = \sum Iw$$

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.

$$\sum Iw = \sum F$$

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 правоходового винта, если его вращать по направлению тока в обмотке.

Падением магнитного напряжения U_{MAB} между точками a и b магнитной цепи, называют произведением Hl_{AB}. Здесь , - длина пути между точками a и b.

Магнитное напряжение измеряют в амперах (А).

Если участок магнитной цепи между точками a и b может быть подразделен на n отдельных частей так, что для каждой части $H=H_K$ постоянно, то

$$U_{MAB} = \sum_{K=1}^{K=n} H_K l_K$$

Отношение падения магнитного напряжения U_M к магнитному потоку Ф 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	Ф – 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:

$$\sum U_M = \sum Iw$$

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 Ф 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 $\Sigma H_K l_K$ и на основании закона полного тока приравнивается эта сумма полному току I_W 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_δ=1 Тл.

Решение. Магнитную цепь разбиваем на три участка:

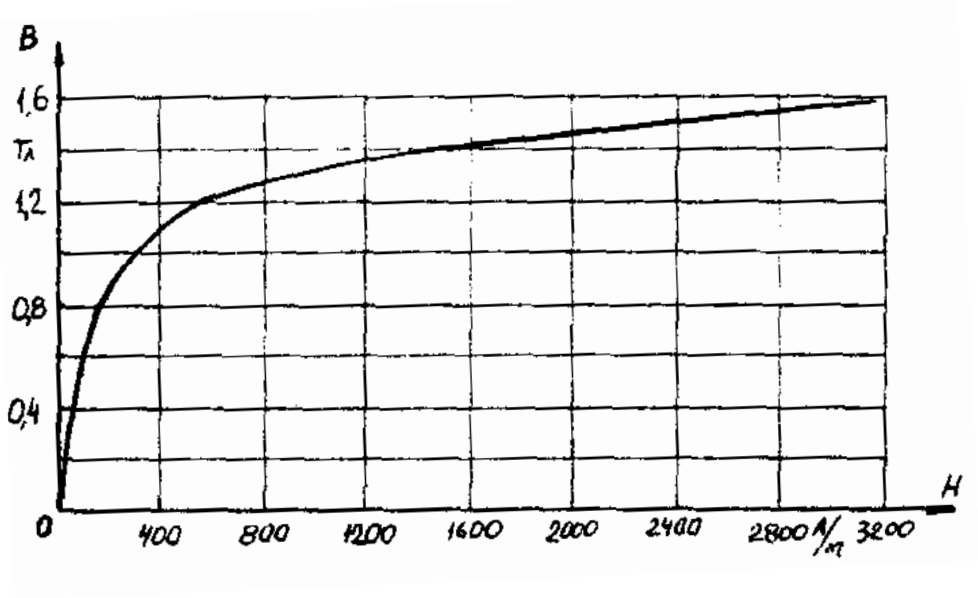


Рис. 7.4. Кривая намагничивания

$$l_1 = l`_1 + l``_1 = 30 \quad см$$

$$S_1 = 4{,}5 \quad см^2$$

$$l_2 = 13{,}5 \quad см$$

$$S_2 = 6 \quad см^2$$

Воздушный зазор

$$\delta = 0{,}01 \quad см$$

$$S_2 = S_1 = 4{,}5 \quad см^2$$

Индукция

$$B_1 = B_\delta = 1 \quad Тл$$

Индукцию на участке l_2 найдем, разделив поток $\Phi = B_\delta S_\delta$ на сечение S_2 второго участка

$$B_2 = \frac{\Phi}{S_2} = \frac{B_\delta S_\delta}{S_2} = \frac{1 \cdot 4{,}5}{6} = 0{,}75 \quad Тл$$

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

$H_\delta = 0{,}8 \cdot 10^6 \cdot B_\delta = 0{,}8 \cdot 10^6 \cdot 1 = 8 \cdot 10^5$ А/м

Определяем падение магнитного напряжения вдоль всей магнитной цепи:

$$\sum H_K l_K = H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_\delta \delta = 300 \cdot 0{,}3 + 115 \cdot 0{,}135 +$$

$$+ 8 \cdot 10^5 \cdot 10^{-4} = 185{,}6 \quad A$$

Ток в обмотке

$$I = \frac{\sum H_K l_K}{w} = \frac{185{,}6}{500} = 0{,}371 \quad A$$

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 Ф.

Пример. Найти магнитную индукцию в воздушном зазоре магнитной цепи (рис. 7.1), если Iw = 350 А. Кривая намагничивания представлена на рис. 7.4.

Решение. Строим вебер-амперную характеристику. Для этого задаемся значениями B_δ; 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_δ, 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_δ, А/м	$4 \cdot 10^5$	$8{,}8 \cdot 10^5$	$9{,}6 \cdot 10^5$	$10{,}4 \cdot 10^5$
$\Sigma H_K l_K$, А	58,3	246,3	333	450,5
Ф, Вб	$22{,}5 \cdot 10^{-5}$	$49{,}5 \cdot 10^{-5}$	$54 \cdot 10^{-5}$	$58{,}5 \cdot 10^{-5}$

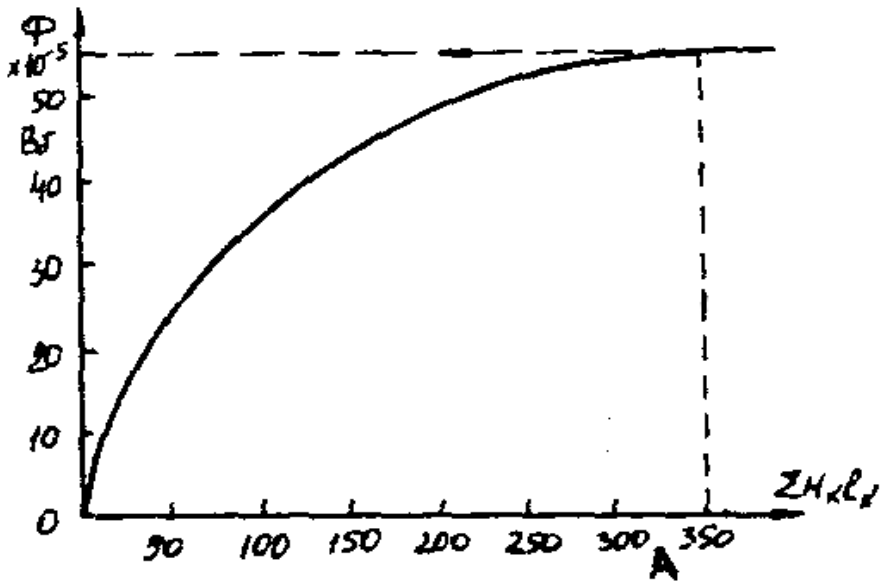


Рис. 7.5. Вебер-амперная характеристика цепи

По данным табл. 7.2 строим вебер-амперную характеристику $\Phi = \int (U_M)$ (рис. 7.5) и по ней определяем, что при Iw = 350 А

$\Phi = 55 \cdot 10^{-5}$ Вб

Следовательно,

$$B_\delta = \frac{\Phi}{S_\delta} = \frac{55 \cdot 10^{-5}}{4{,}5 \cdot 10^{-4}} = 1{,}21 \quad Тл$$

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_1w_1 = 80 А; I_1w_1 =300 А; зазоры δ_1 = 0,05 мм и δ_2 = 0,22 мм.

Решение. Составам электрическую схему замещения магнитной цепи (рис. 7.6). Узловые точки обозначим буквами «a» и «b».

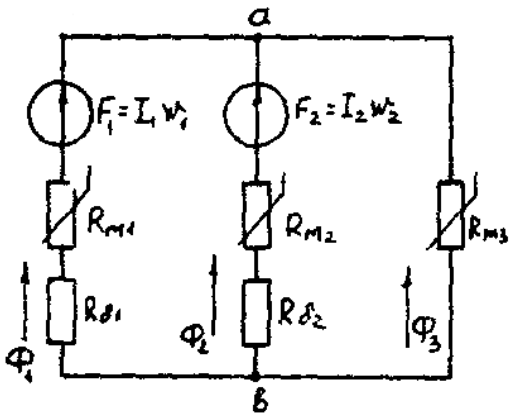


Рис. 7.6. Схема замещения магнитной цепи

Определим длины участков магнитной цепи

$l_1 = 0{,}24м;$ $l_2 = 0{,}138м;$

$l_3^{`} = 0{,}1м;$ $l_3^{``} = 0{,}14м.$

Длинам $l_3^{`}$ и $l_3^{``}$ участки третьей ветви, имеющей площади сечения 9 и 7,5 см^2.

Выберем положительные направления магнитных потоков Φ_1, Φ_2 и Φ_3 к узлу «a».

Построим зависимость потока от падения магнитного напряжения первой ветви U_{M1}. Для этого произвольно задаемся рядом числовых значений Φ_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 Φ_1 подсчитываем U_{M1} и по точкам строим зависимость $\Phi_1 = \int (U_{M1})$ (кривая 1 рис. 7.7). Аналогично строим зависимость $\Phi_2 = \int (U_{M2})$ (кривая 2 рис. 7.7)

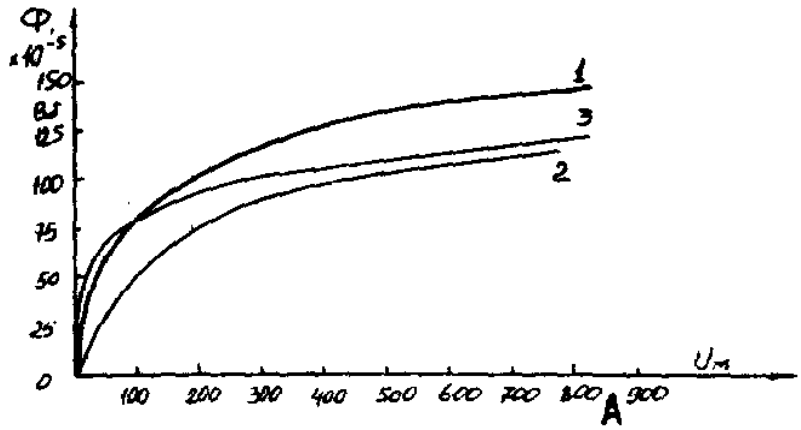


Рис. 7.7. Вебер-амперные характеристики ветвей

Кривая 3 (рис. 7.7) есть зависимость $\Phi_3 = \int (U_{M3})$

$$U_{M3} = H_3^{`} l_3^{`} + H_3^{``} l_3^{``}$$

Для определения потоков Φ_1, Φ_2 и Φ_3 постройте зависимости этих потоков от магнитного падения напряжения U_{Mab} между узлами «a» и «b» (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_1w_1 и, так как перед U_{M1} стоит знак "-", зеркально отобразим относительно вертикальной оси.

Запишем уравнение по второму закону Кирхгофа для второй ветви

$$I_2 w_2 = U_{M2} + U_{Mab}$$

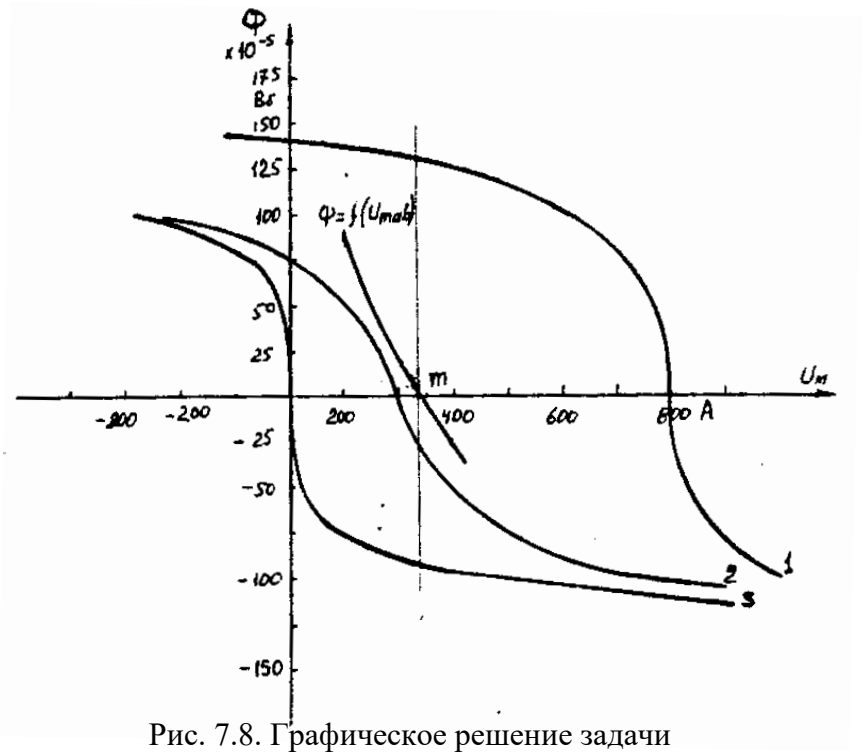


Рис. 7.8. Графическое решение задачи

отсюда

$$U_{Mab} = I_2 w_2 - U_{M2}$$

Построим зависимость $\Phi_2 = \int(U_{Mab})$ (рис. 7.8). Для этого кривую 2 (рис. 7.7) смещаем вправо от начала координат на величину I_2w_2 и зеркально отобразим относительно вертикальной оси.

В аналогичном порядке строим зависимость $\Phi_3 = \int(U_{Mab})$ (рис. 7.8)

$$U_{Mab} = U_{M1}$$

Зависимость $\Phi_3 = \int(U_{Mab})$ так же, как и кривая 3 (рис. 7.7) проходит через начало координат.

Построим кривую $\Phi = \int(U_{Mab})$ (рис. 7.8)

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;

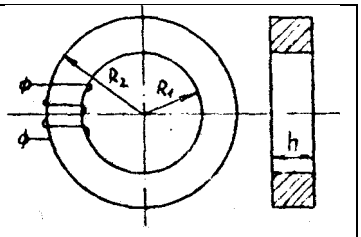
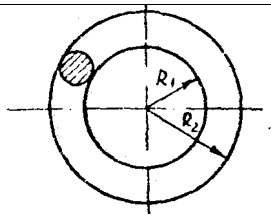
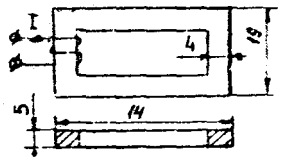
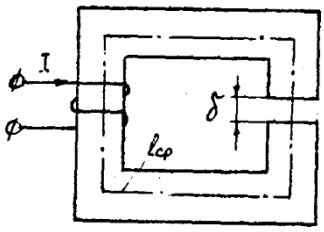
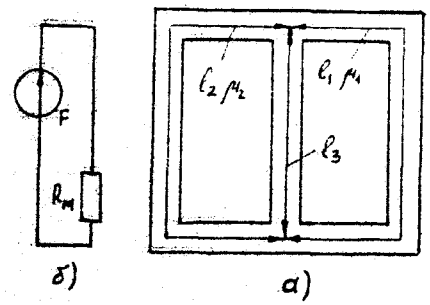
$\Phi_1 = 126{,}2 \cdot 10^{-5}$ Вб; $\Phi_2 = -25 \cdot 10^{-5}$ Вб; $\Phi_3 = -101{,}2 \cdot 10^{-5}$ Вб.

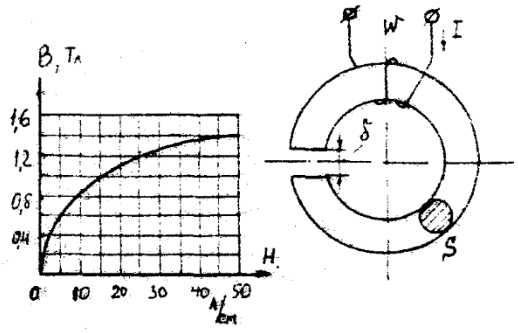
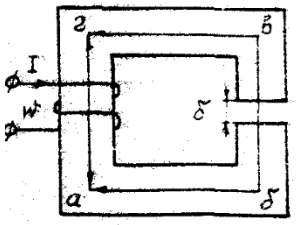
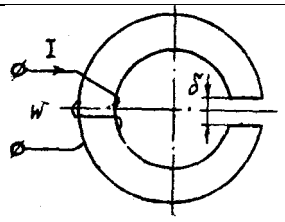
В результате расчета потоки Φ_2 и Φ_3, оказались отрицательными. Это означает, что в действительности они направлены противоположно выбранным ранее для них направлениям, показанным на рис. 7.2 и рис. 7.6.

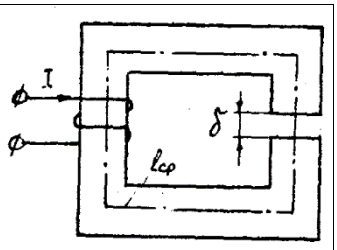
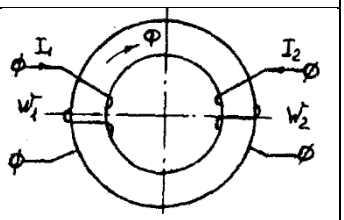
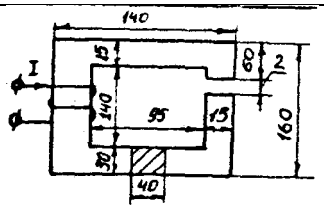
Задания к задаче 7.1.

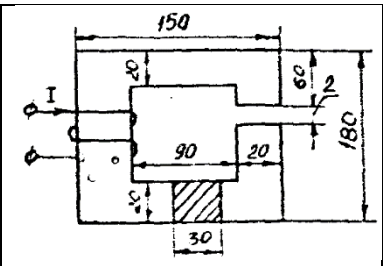
Таблица 7.3

Номер вари-анта	Содержание задания

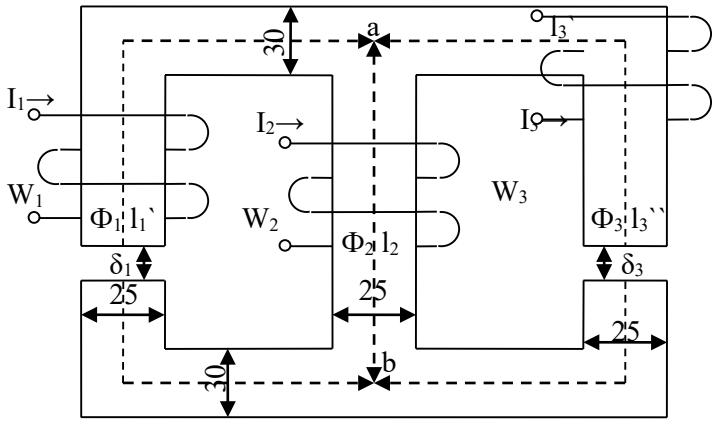
1	Катушка с количеством витков w = 1000 равномерно намотана на ферромагнитный сердечник с размерами: R_1 = 8 см; R_2 = 12 см, h = 15 см. Значение магнитного потока Ф = 0,025 Вб, магнитная проницаемость μ = 2080. Определить ток в катушке.	
2	На ферромагнитный сердечник равномерно намотана обмотка, w = 2000 витков. По обмотке протекает ток I = 0,1 А. Магнитная проницаемость μ = 1000. Определить значение магнитного потока в сердечнике.	
3	Определить ток в катушке, если значение магнитного потока в сердечнике с магнитной проницаемостью μ = 1000, Ф = 0,025 Вб. Число витков w = 1500.	
4	Катушка равномерно намотана на ферромагнитный сердечник с размерами R_1 = 8 см, R_2 = 12 см (см. рис. варианта 2). Магнитный поток в сердечнике Ф = $50 \cdot 10^{-3}$ Вб создается намагничивающей силой F = 4000 А. Определить магнитную проницаемость сердечника μ	
5	В стальном сердечнике, кривая намагничивания которого представлена на рис. варианта 10, магнитная индукция B=I,2 Тл,$l_{ср}$=30 см. Какой воздушный зазор δ нужно сделать в сердечнике, чтобы индукция уменьшилась в 1,5 раза. Ток в катушке поддерживается постоянным.	
6	Катушка равномерно намотана на сердечник (см. рис. варианта 1) с размерами:R_1 =I0 см; R_2=I4 см. Магнитная проницаемость сердечника μ=1000; число витков обмотки W=1000; сила тока в обмотке I=0,2 А. Определить значение магнитного потока в сердечнике.	
7	 Магнитопровод (рис .а) с одинаковым сечением всех ветвей S=1 $см^2$ имеет размеры: l_1=l_2=I25,2см; l_3=62,5 см; μ_1=200; μ_2=100; μ_3=100.Такой	

	магнитопровод можно заменить эквивалентной схемой (рис б), эквивалентное магнитное сопротивление $R_м$.
8	Катушка, намотанная на тороидальный сердечник круглого сечения, имеет =200 витков. Размеры сердечника (см. рис. варианта 2): R_1=10 см; R_2=20 см; μ=800. Определить максимальное значение магнитной индукции внутри сердечника, ток в катушке I = I А.
9	Определить индуктивность l катушки, если магния проницаемость сердечника μ= $I0^{-3}$ 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 $l_{ср}$=69 ,9 см; сечение S=10 $см^2$; зазор δ =0,1 см. Пользуясь характеристикой стали B=f(H), вычислить, магнитный поток в кольце. 
11	На участке *абвг* стальной сердечник имеет сечение S_1=12 $см^2$, длина средней линии на этом участке l=22 см. На участке *аг* сечение сердечника S_2=6 $см^2$. Намагничивающая сила обмоток F=450 А; магнитный поток Ф=6*10^{-4} Вб. Кривая намагничивания представлена на рис. Варианта 10. Определить длину учаска *аг*, если величина воздушного зазора δ=0,1 мм. 
12	Найти , $R_м$ воздушного зазора постоянного магнита и магнитный поток, если δ=0,5 см, площадь поперечного сечения воздушного зазора S=1,5 $см^2$. Магнитное напряжение на воздушном зазоре 1920 А.
13	Длина стальной части сердечника $l_{ср}$=I38 см; воздушный зазор δ=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=I Тл. 

14	В стальном сердечнике, кривая намагничивания которого представлена на рис. варианта10, магнитная индукция B=I Тл,$l_{ср}$=20 см. Какой воздушный зазор δ нужно сделать в сердечнике, чтобы индукция уменьшилась в два раза. Ток в катушке поддерживается постоянным.	
15	На стальное кольцо, средняя длина которого , $l_{ср}$=120 см, намотаны две обмотки: W_4= 100 витков и W_2=500 витков. Известен ток второй обмотки I_2=2 А и кривая намагничивания сердечника (см. рис. варианта 10). Определить ток первой обмотки, который обеспечил бы в сердечнике индукцию B=1,2 Тл	
16	Определить МДС и ток обмотки, если в воздушном зазоре цепи требуется получить $B_δ$=1,4 Тл. Число витков обмотки W=1000, кривая намагничивания стали приведена на рис. варианта 10.	
17	для магнитопровода, изображенного на рис. варианта 5, задано: l_1=15 см; l_2=5 см; δ=2 мм; l_3=l_5=6 см, l_4=17 см ; l_6=32 см; H_1=H_2=H_3=H_4=H_5=H_6=8 А/см; W=100 витков. Определить ток.	
18	Пользуясь характеристикой стали B=f(H), изображенной на рис. варианта 10, вычислить магнитный поток в кольце, если намагничивающая сила катушки F=2000 А; длина средней линии кольца 75 см; S=I0 см; зазор δ=0,1 см.	
19	Определить индуктивность L катушки, если абсолютная магнитная проницаемость сердечника μ = 3*10 Гн/м. Число витков W=200. Размеры сердечника указаны на рис. варианта 3 в сантиметрах.	
20	Катушка намотана на ферромагнитный сердечник (рис. варианта 1). размеры сердечника: R_1=10 см; R_2=16 см; h=16 см. Значение магнитного потока Ф=0,040 Вб, магнитная проницаемость μ=2080. Определить число витков катушки при токе I=2 А.	
21	Длина стальной части сердечника, представленного на рис. варианта 10 $l_{ср}$=69,9 см, воздушный зазор δ=0,I мм. Кривая намагничивания материала сердечника представлена на рис. варианта 10. Определить намагничивающию силу F обмотки, которая создала бы в воздушном зазоре индукцию B=3 Тл.	

22	Определить число витков обмотки, если в воздушном зазоре цепи требуется получить B_δ= 2 ,б Тл. Ток, протекающий по обмотке, I=10 А. Кривая намагничивания стали приведена на рис. варианта 10.	
23	Найти $R_м$, воздушного зазора постоянного магнита и магнитный поток, если δ=0,2 см, площадь поперечного сечения воздушного зазора S_δ=1,5 см^2. Магнитное напряжение на воздушном зазоре 2400 А.	
24	Определить значение магнитного потока сердечнике, изображенном на рис. варианта 1. Размеры сердечника R_1=12 см; R_2=18 см; h=10 см. По обмотке с числом витков W=3000 протекает ток I=2 А. Магнитная проницаемость μ=1000.	

2.2. Разветвленная цепь синусоидального тока.



l_1` = 0,24 м S_1 = 9 см^2 U_{Mab}- ?
l_2 = 0,138 м S_2 = 7,5 см^2 Φ = ∫(U_{ab})
l_3`` = 0,14 м $S_3$`` = 7,5 см^2 $Φ_1$, $Φ_2$, $Φ_3$ - ?
l_3` = 0,1 м $S_3$` = 9 см^2

Рис. 7.9.

Таблица 7.4

Варианты	I_1w_1, А	I_2w_2, А	I_3w_3, А	$δ_1$, мм	$δ_2$, мм	$δ_3$, 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;

$U_{лн}^{вн}$ - номинальное (линейное) напряжение обмотки ВН;

$U_{лн}^{нн}$ - 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);

$u_к$ - напряжение короткого замыкания, *%,* где $u_к = [U_{кн}/U_н]\cdot 100\%$;

i_0 - ток холостого хода, %, где $i_0 = [I_{0н}/I_{1н}]\cdot 100\%$.

При всех расчетах первичной считать обмотку ВН.

Последовательность решения.

По известным паспортным данным сделать следующие расчеты и построения:

1. Начертить схему соединения обмоток трансформатора заданной группы и построить векторную диаграмму напряжений для доказательства, что начерченная схема соответствует заданной группе.

2. На схеме соединения обмоток трансформатора показать линейные и фазные напряжения и токи,

3. Определить номинальные фазные значения напряжений и токов ВН и НН: $U_{1н}$, $U_{2н}$, $I_{1н}$, $I_{2н}$.

4. Рассчитать коэффициент трансформации - *K.*

5. Определить параметры Т-образной электрической схемы замещения трансформатора: R_m, X_m, R_1, R'_2, X_1, X'_2 (при расчете полагать $R_1 = R_2$ и $X_1 = X'_2$). Начертить Т-образную схему замещения с указанием всех параметров и величин.

6. Рассчитать параметры короткого замыкания R_K, X_K, Z_K, $u_{ка}$ (%), $u_{кр}$(%).

7. Составить упрощенную электрическую схему замещения трансформатора и определить фазные значения тока I_2 и напряжения U_2 при включении во вторичную цепь обмотки нагрузки Z_H (см. табл. 8.1). При расчете определить в комплексной форме приведенные значения тока I'_2 и напряжения U_2' а затем их действующие значения I_2, U_2 .

Таблица 8.1

Исходные данные для задачи 8

Номер вари-анта	ВН/НН-N	$S_к$, кВА	$U_{ЛН}^{ВН}$, кВ	$U_{ЛН}^{НН}$, кВ	$P_{0Н}$, Вт	$P_{КН}$, Вт	$U_К$, %	I_0, %	$Z_Н$, Ом
1	Y/Δ - 11	160	35	0,4	700	2650	6,5	2,4	3+ j3
2	Y/Y_N - 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_N - 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_N - 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_N - 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_N - 0	320	6	0,69	1675	2630	2,5	2,2	1,4+ j1,4
11	Y/Y_N - 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_N - 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_N - 0	250	6	0,23	660	3700	4,5	4	0,2+j0,15
16	$Δ/Y_N$ - 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	$Δ/Y_N$ - 11	400	6	0,69	920	5900	4,5	3,5	1,2+ j0,9
19	Y/Y_N - 0	630	10	0,4	1310	7600	5,5	3	0,4+ j0,3
20	$Δ/Y_N$ - 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_N - 0	200	6	0,69	875	2535	2,8	2,5	2,4+ j1,8
23	Y/Y_N - 0	250	6	0,4	740	3350	3,4	2,3	2+ j1,5
24	Y/Y_N - 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 $Z_Н$ и оптимальное значения коэффициента нагрузки трансформатора $\beta_{опт}$.

9. Рассчитать изменение вторичного напряжения при:

а) включении во вторичную цепь нагрузки $Z_Н$;

б) оптимальном коэффициенте нагрузки $\beta_{опт}$ и cos□$_{2=}$ 0,95 (созф2 устанавливает предприятию энергоснабжающая организация).

10. Определить КПД трансформатора при:

а) включении во вторичную цепь нагрузки $Z_Н$;

б) оптимальном коэффициенте нагрузки fW и coscp2 = 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:

$S=m\cdot I_Ф\cdot U_Ф$; $P=m\cdot I_Ф\cdot U_Ф\cdot cos$□$_Ф$; $\Delta P=m\cdot R\cdot I^2_Ф$ и т. д., где m – 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 Δ/Y;
- число полюсов 2р ;
- 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. $\eta_н$
- номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi_н$;
- номинальная частота вращения $\eta_{2н}$;
- кратность номинального момента $K_м = M_{max}/M_{ном}$;
- 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 $S_Н$, 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 $S_Н$;
- 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 $E_{2Sн}$ индуктивное сопротивление рассеяния фазы ротора в номинальном режиме $X_{2Sн}$;

Таблица 9.1

Исходные данные к задаче 9

Номер вари-анта	Тип двигателя	2р	$P_{2Н}$, кВт	$\eta_Н$, %	$\cos\varphi_Н$	$n_{2Н}$, об/мин	$K_М$	R_1, Ом	$E_{2Л}$, В	R_2, Ом	X_2, Ом
0	4АК16034УЗ	4	11,0	86,5	0,86	1438	3,2	0,373	305	0,321	0,576
1	4АК160М4УЗ	4	14,0	88,0	0,87	1448	3,5	0,255	300	0,207	0,385

2	4АК180М4УЗ	4	18,5	89,5	0,88	1457	4,0	0,135	294	0,125	0,232
3	4АК200М4УЗ	4	22,0	90,0	0,87	1467	4,0	0,124	338	0,107	0,309
4	4АК2004УЗ	4	30,0	90,0	0,87	1462	4,0	0,099	349	0,0964	0,281
5	4АК1606УЗ	6	7,7	88,5	0,77	951	3,5	0,664	300	0,518	0,906
6	4АКГ60М6УЗ	6	10,0	84,5	0,76	959	3,8	0,401	310	0,358	0,800
7	4АК180М6УЗ	6	13,0	86,0	0,86	957	4,0	0,267	324	0,317	0,608
8	4АК200М6УЗ	6	18,5	88,5	0,81	971	3,5	0,168	360	0,190	0,387
9	4АК2006УЗ	6	22,0	88,0	0,80	969	3,5	0,149	330	0,143	0,308
10	4АК225М6УЗ	6	30,0	90,0	0,85	976	2,5	0,106	141	0,015	0,046
11	4АК1608УЗ	8	5,5	80,0	0,70	706	2,5	0,887	301	0,861	1,605
12	4АК160М8УЗ	8	7,1	82,0	0,70	712	3,0	0,622	290	0,537	1,413
13	4АК180М8УЗ	8	11,0	85,5	0,72	718	3,5	0,333	267	0,253	0,684
14	4АК200М8УЗ	8	15,0	86,0	0,73	719	3,0	0,233	356	0,322	0,625
15	4АК2008УЗ	8	18,5	87,0	0,73	727	3,0	0,187	301	0,1405	0,366
16	4АНК1604УЗ	4	14,0	85,0	0,85	1425	3,0	0,358	328	0,349	0,572
17	4АНК160М4УЗ	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 закороченным ротором (без добавочного сопротивления в цепи ротора); определить параметры короткого замыкания R_K и $X_к$ 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 закороченной 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 *($M_П=M_{max}$).* 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

$$\Delta P_Д=0{,}005P_{1н}(I_1/I_2)^2. \quad (9.2)$$

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 $S_{кр} > S_Н$.

Также значение критического скольжения можно рассчитать по формуле

$$S_{кр}=R'_2/\sqrt{R_1^2 + X_к^2}. \quad (9.4)$$

Индуктивное сопротивление $X_к$ можно определить из

$$M_{max}=\frac{\left(\frac{m_1}{2\Omega_1}\right)\left(\frac{U_{1н}^2}{R_1+\sqrt{R_1^2+X_к^2}}\right)}{}, \quad (9.5)$$

где $\Omega_1=\omega_1/p = 2\pi f_1/p$ - 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^,*
- номинальное напряжение якоря и обмотки возбуждения £/н;
- номинальная частота вращения ин;
- номинальный к. п. д. %;
- сопротивление обмотки добавочных полюсов *$R_{in.}$;*
- сопротивление обмотки параллельного возбуждения *$г_в$;*
- падение напряжения на щетках Д[/щ = 2 В при /„ *Ф* 0.

Исходные данные для задачи 10

Таблица 10.1

Номер вари-анта	$P_{2Н}$, кВт	$U_Н$, В	$n_Н$, об/мин	$\eta_Н$, %	R_a, Ом	$R_{ДП}$, Ом	$r_В$, Ом	$R_Р$, Ом	$r_Р$, Ом
1	1,0	110	3000	71,5	0,6	0,35	365	5 R_a	$r_В$
2	0,9	110	2000	73,0	0,64	0,4	340	7 R_a	0,5 $r_В$
3	1,3	110	3150	76,0	0,36	0,36	340	9 R_a	$r_В$
4	0,55	220	3000	71,0	1,0	0,55	222	10 R_a	0,5 $r_В$
5	0,75	110	3000	78,5	0,64	0,4	720	4 R_a	$r_В$
6	1,2	220	2200	76,5	0,79	0,33	103	6 R_a	0,5 $r_В$
7	2,0	110	3000	78,5	0,2	0,14	265	8 R_a	$r_В$
8	1,1	220	1500	74,0	2,2	1,57	81	10 R_a	0,5 $r_В$
9	1,7	110	2200	77,0	0,29	0,24	295	5 R_a	$r_В$

10	2,2	220	3150	81,0	0,52	0,51	81	7 R_a	0,5 r_B
11	1,5	110	1590	70,0	0,42	0,36	181	9 R_a	r_B
12	2,5	220	2200	76,0	0,79	0,68	39,4	4 R_a	0,5 r_B
13	3,4	110	3350	79,5	0,46	0,05	96,3	6 R_a	r_B
14	5,3	220	3000	80,0	0,24	0,2	25,3	8 R_a	0,5 r_B
15	1,4	110	3000	78,5	0,2	0,13	403	10 R_a	r_B
16	1,6	110	790	68,0	0,47	0,31	134	5 R_a	0,5 r_B
17	7,0	110	2200	81,0	0,07	0,05	111	7 R_a	r_B
18	4,0	220	1500	79,0	0,56	0,34	35	9 R_a	0,5 r_B
19	10,5	440	3000	85,0	0,56	0,34	25,6	4 R_a	r_B
20	1,9	110	750	71,0	0,32	0,27	138	6 R_a	0,5 r_B
21	3,0	220	1000	75,5	0,88	0,64	37,5	8 R_a	r_B
22	5,5	110	1500	80,0	0,88	0,07	101	10 R_a	0,5 r_B
23	8,5	440	2240	84,5	0,67	0,45	25	5 R_a	r_B
24	3,7	220	2360	81,0	0,35	0,22	54,5	7 R_a	0,5 r_B

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 r_P.

2. Определить номинальную мощность на входе двигателя P_{1H}, 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 ($R_P = 0$; $r_P = 0$);

б) искусственную при включении регулировочного реостата в цепь якоря ($R_P \neq 0$; $r_P = 0$);

в) искусственную при включении регулировочного реостата в цепь возбуждения ($R_P = 0$; $r_P \neq 0$).

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 ($I_{AП} \leq 2I_{AH}$).

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 сФ,, 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; Ω_H - угловая скорость двигателя постоянного тока; R_a - сопротивление обмотки якоря.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Ч, 1. Электрические цепи. М.: Высшая школа. 1996. 628 с.

2. Каплянский А. Е., Лысенко А. П., Полотовский Л. С. Теоретические основы электротехники / Под ред. А. Е. Каплянского. М.: Высшая школа, 1972. 447 с.

3. Нейман Л.Р., Демирчан К.С. Теоретические основы электротехники. Т. 1: Ч. 1. Основные понятия и законы теории электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей. Ч. 2. Теория линейных электрических цепей. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1981. 533 с.

4. Нейман Л. Р., Демирчан К. С. Теоретические основы электротехники. Т. 2: Ч. 3. Теория нелинейных электрических и магнитных цепей. Ч. 4. Теория электромагнитного поля. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение. 1981.415 с.

5. Атабеков Г. И. Основы теории цепей: Учебник для вузов. М: Энергия, 1969. 424 с.

6. Атабеков Г. И. и др. Теоретические основы электротехники. Ч. 2. Нелинейные цепи. М.: Энергия, 1970. 232 с.

7. Нейман Л. Р., Демирчан К. С. Теоретические основы электротехники: Учебник для вузов. В 2-х тт. Том 2. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1981. 416 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Направление
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль
Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности

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 учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

Направление подготовки:
20.03.01 Техносферная безопасность

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Автор: Новикова Н.А.

Екатеринбург

Средства измерения и контроля

Классификация средств измерения и контроля

Средства измерения и контроля, применяемые в машиностроении, классифицируются по различным признакам: по типу и виду контролируемых физических величин; назначению — универсальные и специальные; числу проверяемых параметров при одной установке объекта измерения — одномерные и многомерные; степени механизации и автоматизации процесса измерений — ручного действия, механизированные, полуавтоматические, автоматические.

Классификация средств измерения и контроля по типу контролируемых физических величин представлена на рис.1, а по виду контролируемых физических величин — на рис. 2.

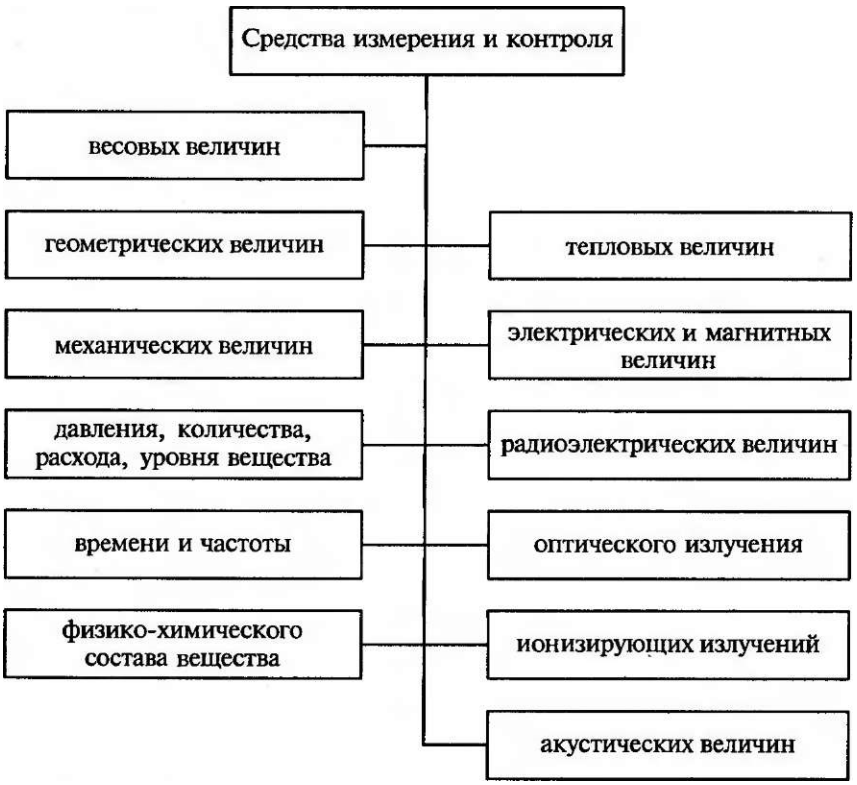


Рис. 1 Классификация средств измерения и контроля по типу физических величин

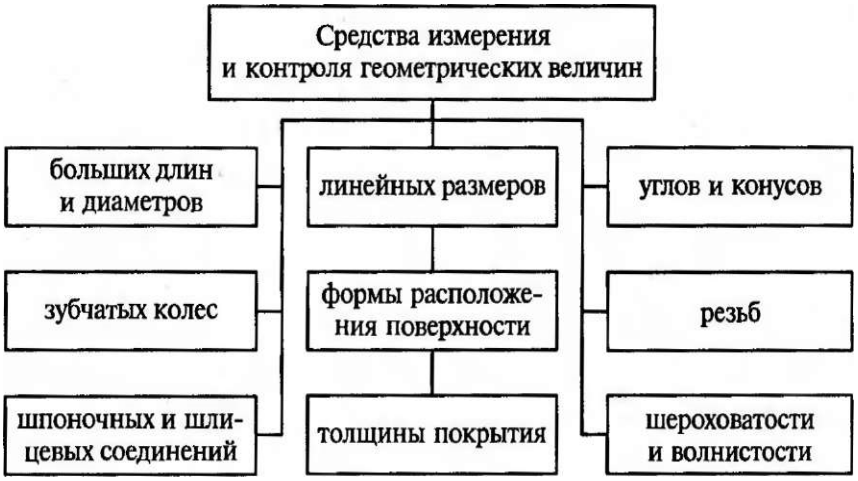


Рис. 2. Классификация средств измерения и
контроля по виду измеряемых

Универсальные измерительные инструменты и приборы нашли широкое применение в условиях единичного и мелкосерийного производства, а также для определения численных величин и отклонений, отклонений от правильной геометрической формы и взаимного расположения поверхностей (при отсутствии специальных приспособлений), при наладке станков, при особо ответственных измерениях во всех видах производств, включая массовое и крупносерийное.

Все средства измерения и контроля, применяемые для измерения линейных величин, можно разделить на контрольно-измерительные инструменты и измерительные приборы.

К первой группе относят:

- инструменты для контроля плоскостности и прямолинейности;

- плоскопараллельные концевые меры длины (плитки);

- штриховые инструменты, воспроизводящие любое кратное или дробное значение единицы измерения в пределах шкалы (штанген инструменты, угломеры с ониусом);

- микрометрические инструменты, основанные на действии винтовой пары (микрометры, микрометрические нутромеры и глубиномеры).

К группе измерительных приборов (вторая группа) относят:

- рычажно-механические (индикаторы, индикаторные нутромеры, рычажные скобы, миниметры);

- оптико-механические (оптиметры, инструментальные микроскопы, проекторы, интерферометры);

- электрические (профилометры и др.). Указанные выше измерительные средства являются точным, дорогостоящим инструментом, поэтому при пользовании им и хранении необходимо соблюдать правила, изложенные в соответствующих инструкциях.

Штангенинструменты

Штангенинструменты являются распространенными в машиностроении видами измерительного инструмента. Их применяют для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин, глубин и т. д.

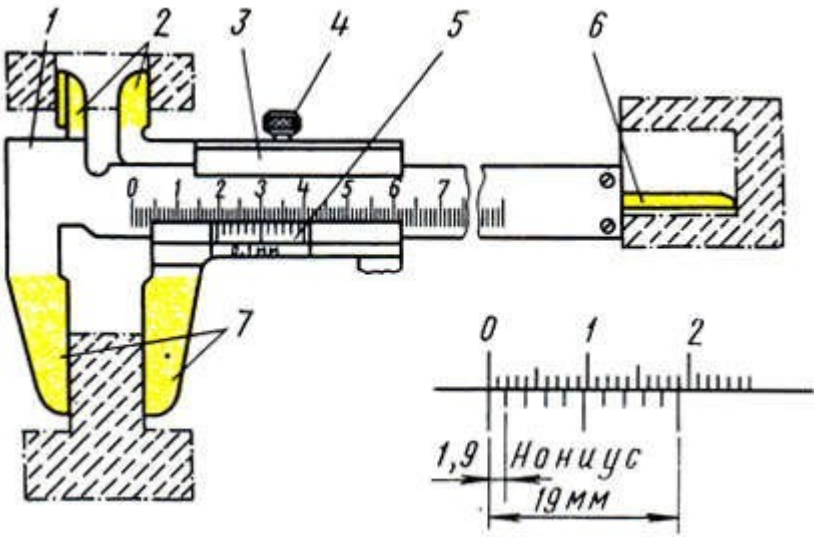


Рис. 3. Штангенциркуль ШЦ-I: 1 - штанга, 2,7 - губки, 3 - подвижная рамка, 4 - зажим, 5 - шкала нониуса, 6 - линейка глубиномера

Штангенциркули применяют трех типов: ШЦ-I, ШЦ-II и ШЦ-III. Штангенциркули изготовляют с пределами измерений 0-125 мм (ШЦ-1); 0-160 (ЩЦ-II); 0 - 400 (ШЦ-III) и с величиной отсчета 0,1 мм (ШЦ-I); 0,05 (ШЦ-II и ШЦ-III).

Штангенциркуль ШЦ-1 (рис. 3) применяют для измерения наружных, внутренних размеров и глубин с величиной отсчета по нониусу 0,1 мм. Штангенциркуль имеет штангу 1, на которой нанесена шкала с основными миллиметровыми делениями. На одном конце этой штанги имеются измерительные губки 2 и 7, а на другом конце линейка 6 для измерения глубин. По штанге перемещается подвижная рамка 3 с губками.

Рамку в процессе измерения закрепляют на штанге зажимом 4. Нижние губки 7 служат для измерения наружных размеров, а верхние 2 - для внутренних размеров. На скошенной грани рамки 3 нанесена шкала 5 с дробными делениями, называемая нониусом. Нониус предназначен для определения дробной величины цены деления штанги, т. е. для определения доли миллиметра. Шкала нониуса длиной 19 мм разделена на 10 равных частей; следовательно, каждое деление нониуса равно 19 : 10 = 1,9 мм, т. е. оно короче расстояния между каждыми двумя делениями, нанесенными на шкалу штанги, на 0,1 мм (2,0 - 1,9 = 0,1). При сомкнутых губках начальное деление нониуса совпадает с нулевым штрихом шкалы штангенциркуля, а последний - 10-й штрих нониуса - с 19-м штрихом шкалы.

При измерении губки 7 должны прилегать друг к другу без просветов. Перед измерением при сомкнутых губках нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать. При отсутствии просвета между губками для наружных измерений или при небольшом просвете (до 0,012 мм) должны совпадать нулевые штрихи нониуса и штанги. При измерении деталь берут в левую руку, которая должна находиться за губками и захватывать деталь недалеко от губок (рис. 4, а). Правая рука должна поддерживать штангу, при этом большим пальцем этой руки перемещают рамку до соприкосновения с проверяемой поверхностью, не допуская перекоса губок и добиваясь нормального измерительного усилия.

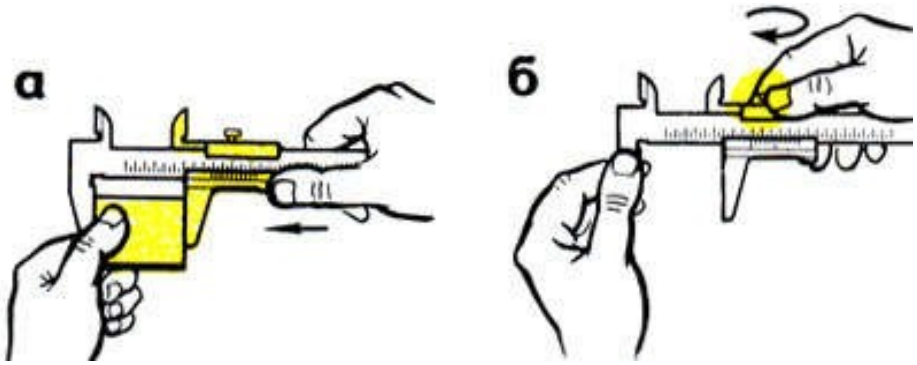


Рис. 4. Приемы измерения: а - установка инструмента на деталь, б - закрепление рамки

Рамку закрепляют зажимом большим и указательным пальцами правой руки, поддерживая штангу остальными пальцами этой руки; левая рука при этом должна поддерживать нижнюю губку штанги

(рис. 4, б). При чтении показаний штангенциркуль держат прямо перед глазами (рис. 5, а). Целое число миллиметров отсчитывают по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса. Дробная величина (количество десятых долей миллиметра) определяется умножением величины отсчета (0,1 мм) на порядковый номер штриха нониуса, не считая нулевого, совпадающего со штрихом штанги. Примеры отсчета показаны на рис. 5 б.

Штангенциркуль ШЦ-II (рис. 6, а) с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм предназначен для наружных и внутренних измерений и разметки. Это инструмент высокой точности. Верхние губки штангенциркуля заострены и используются для разметочных работ.

Для точной установки подвижной рамки относительно штанги штангенциркуль снабжен микрометрической подачей (винт и гайка).

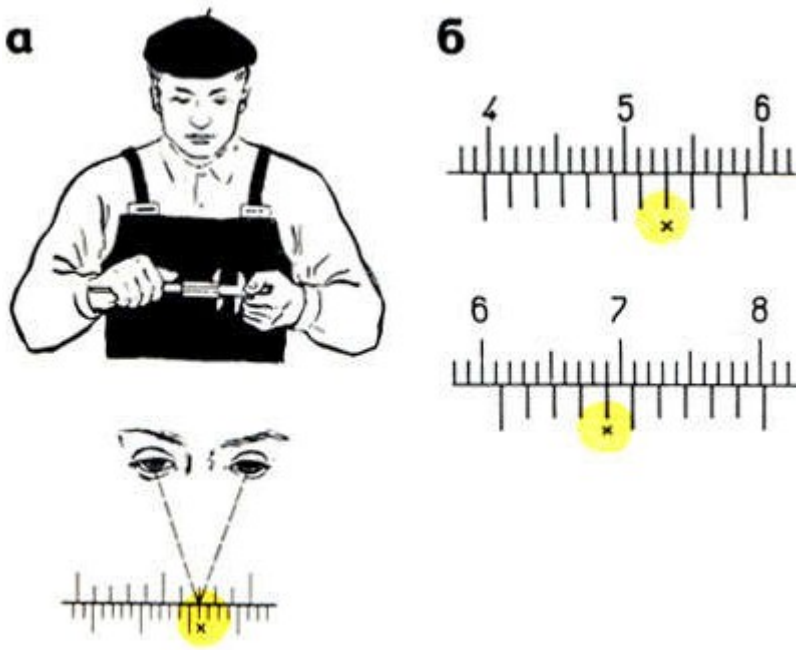


Рис. 5. Чтение показаний штангенциркуля: а - положение глаз, б - примеры отсчета размера: 39 + 0,1 × 7 = 39,7; 61 + 0,1 × 4 = 61,4

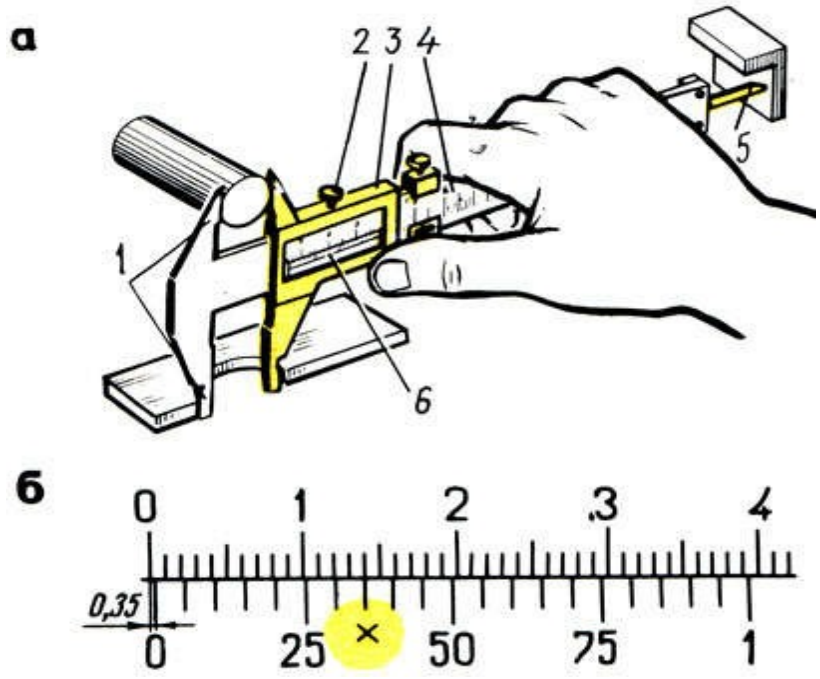


Рис. 6. Штангенциркуль ШЦ-11: а - устройство, б - пример отсчета,1 - губки, 2 - зажимы, 3 - рамка, 4 - штанга (0,05 × 7 = 0,35); 5 - глубиномер, 6 - шкала нониуса

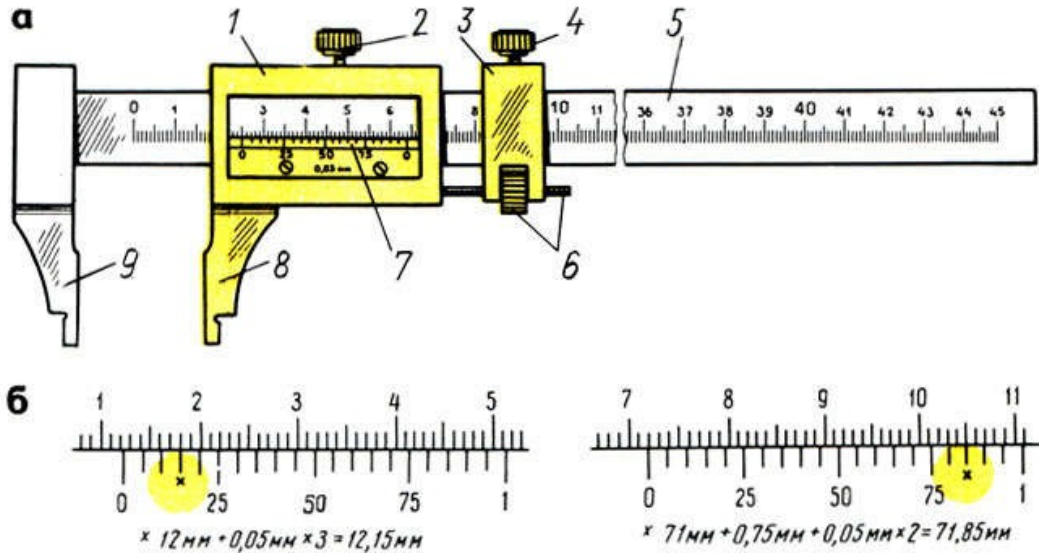


Рис. 7. Штангенциркуль ШЦ-III: а - устройство, б - примеры отсчета; 1 - подвижная рамка, 2 - зажим рамки, 3 - рамка микрометрической подачи, 4 - зажим рамки микрометрической подачи, 5 - штанга с делениями, 6 - микрометрическая подача, 7 - нониус, 8 - подвижная губка, 9 - неподвижная губка

Деления на штанге 4 нанесены через один миллиметр. Шкала нониуса 6 длиной 39 мм разделена на 20 равных частей. Следовательно, каждое деление нониуса равно 1,95 мм (39 : 20 =

1,95), т. е. короче расстояния между каждыми двумя делениями, нанесенными на шкале штанги, на 0,05 мм (2-1,95 = 0,05).

Перед измерением необходимо убедиться в совпадении нулевого штриха нониуса с нулевым штрихом штанги.

Для грубых измерений рамку 3 перемещают по штанге до плотного прилегания губок 7 к поверхности измеряемой детали и после закрепления зажимом 2 производят отсчёт. Для точной установки штангенциркуля и точных измерений пользуются микрометрической подачей.

На рис. 6, б показан пример определения доли миллиметра нониуса штангенциркуля с величиной отсчета 0,05 мм. Дробная величина 0,35 мм получена в результате умножения величины отсчета (0,05 мм) на порядковый номер штриха нониуса, т. е. седьмого (крестиком указан 7-й штрих нониуса), совпадающего со штрихом штанги, не считая нулевого деления: 0,05 мм × 7 = 0,35 мм. Для ускорения отсчета используют цифры нониуса 25, 50 и т.

д., обозначающие сотые доли миллиметра.

Штангенциркуль ШЦ-Ш (рис. 7, а) с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм предназначен для наружных и внутренних измерений. Этот штангенциркуль применяется реже.

Штангенциркуль ШЦ-III состоит из подвижной рамки 7, зажима 2 этой рамки, рамки микрометрической подачи 3, зажима рамки микрометрической подачи 4, штанги 5 с миллиметровыми делениями, гайки и винта микрометрической подачи 6, нониуса 7, подвижной измерительной губки 9 и неподвижной измерительной губки 9. Измерение и порядок отсчета выполняют так же, как и по штангенциркулю ШЦ-II (рис. 7, б).

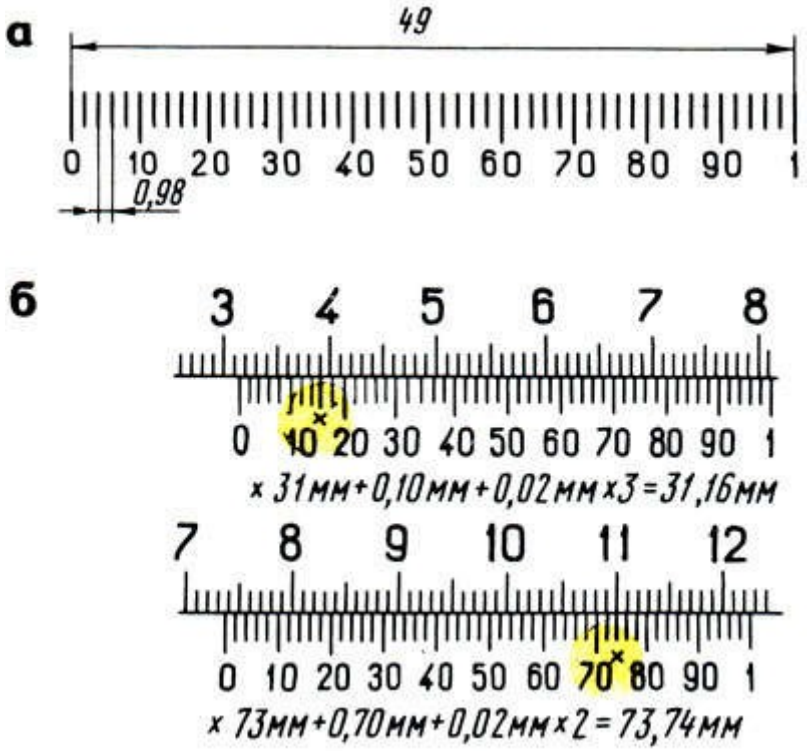


Рис. 8. Нониус штангенциркуля с величиной отсчета 0,02 мм (а), примеры отсчета (б)

Штангенциркули с величиной отсчета по нониусу 0,02 мм промышленностью не выпускаются, но на производстве еще их используют.

Нониус в этом штангенциркуле имеет длину 49 мм (рис. 8, а), разделен на 50 частей. Одно деление нониуса составляет: 49 : 50 = 0,98 мм, что на 0,02 мм меньше миллиметра. Устройство нониуса этого штангенциркуля показано на рис. 10, а, а примеры отсчета - на рис. 8, б. При измерении штангенциркулями внутренних размеров к показаниям штангенциркуля добавляется толщина губок, указанная на них.

Штангенглубиномер служит для измерения высот, глубины глухих отверстий, канавок, пазов, выступов. Штангенглубиномеры изготовляют с пределами измерений 0 - 250 (величина отсчета по нониусу 0,05 мм) и 0 - 500 мм (величина отсчета по нониусу 0,1 мм).

Штангенглубиномер (рис. 9, а) состоит из основания 9 с рамкой 8 и нониусом 1, зажима рамки 2, штанги 5 с миллиметровыми делениями, микрометрической подачи (винт 6 и гайка 7) и зажима 3. Измерительными поверхностями штангенглубиномера служит плоское основание 9 и торец 10 штанги.

Перед измерением штангенглубиномером проверяют нулевое положение инструмента. При соприкосновении измерительных поверхностей основания и штанги с плитой (рис. 9, в) или лекальной линейкой (рис. 9, б) нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать.

При измерении основание 9 (рис.9, а) ставят на измеряемую поверхность (рис. 9,г) детали, от которой начинается измерение, и прижимают основание левой рукой к измеряемой поверхности, а правой рукой штангу 5 передвигают от упора в другую поверхность, до которой измеряют расстояние. В этом положении рамку 4 микрометрической подачи стопорят зажимом 3. Затем вращают гайку 7, после чего рамку 8 стопорят зажимом 2.

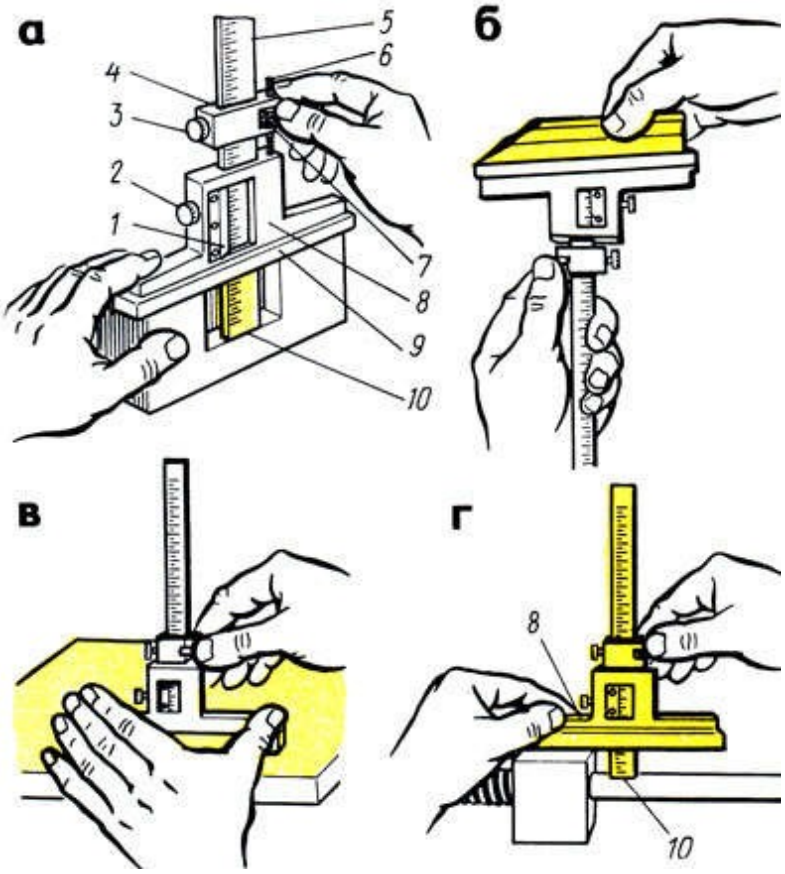


Рис. 9. Штангенглубиномер: а - устройство, б - проверка нулевого положения лекальной линейкой, в - проверка нулевого положения на плите, г - прием измерения; 1 - нониус, 2, 3 - зажимы, 4 - рамка микрометрической подачи, 5 - штанга, 6 - винт микроподачи, 7 - гайка, 8 - рамка, 9 - основание, 10 - торец штанги

Результат измерения отсчитывается так же, как и по штангенциркулю, - по основной шкале (целые миллиметры) и по нониусу 7 (дробные доли миллиметра).

В некоторых случаях для измерения труднодоступных мест применяют штанги с изогнутым концом.

Штангенрейсмасы предназначаются для измерения высот от плоских поверхностей и точной разметки.

Штангенрейсмас (рис. 10, а, 6) состоит из основания 9 в котором жестко закреплена штанга 8 со шкалой; рамки 7 с нониусом 5 и стопорным винтом 6; устройства для микрометрической подачи 4, включающего движок, винт, гайку и стопорный винт; сменных ножек 7 для разметки с острием и для измерения высоты, с двумя измерительными поверхностями (нижней плоской и верхней в виде острых ребер шириной не более 0,2 мм); стопорного винта 2 для закрепления ножки 1 и державки 3 на выступе рамки 7 для игл различной длины.

Для проверки нулевого отсчета перед использованием штангенрейсмас устанавливают на поверочную плиту и рамку опускают вниз до соприкосновения измерительной поверхности ножки с плитой (рис. 11, а), при этом нулевой штрих шкалы нониуса должен совпадать с нулевым штрихом шкалы. Если штангенрейсмас имеет нижние пределы измерения выше 40 мм, то проверка производится установкой под ножку плоскопараллельных плиток (рис. 11, б). При отсутствии зазора между ножкой и плитой (или концевой мерой, равной нижнему пределу) нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпасть.

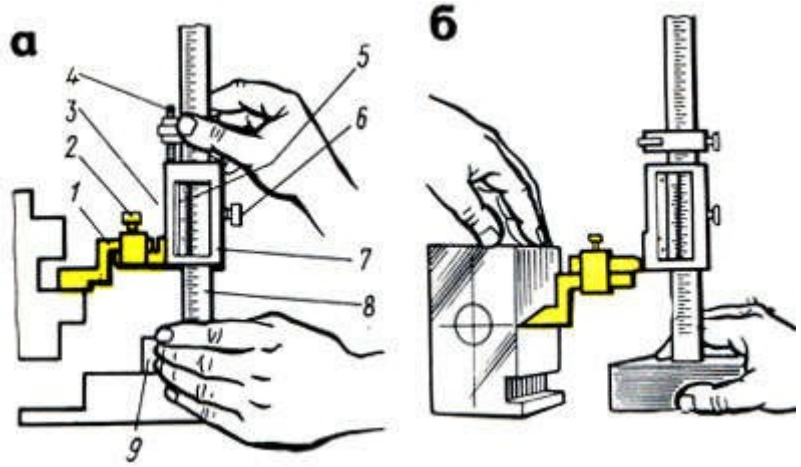


Рис. 10. Штангенрейсмас: а - прием измерения, б - прием разметки; 1 - сменные ножки для измерения, 2, 6 - стопорные винты, 3 - державка, 4 - микроподача, 5 - нониус, 7 - рамка, 8 - штанга, 9 - основание

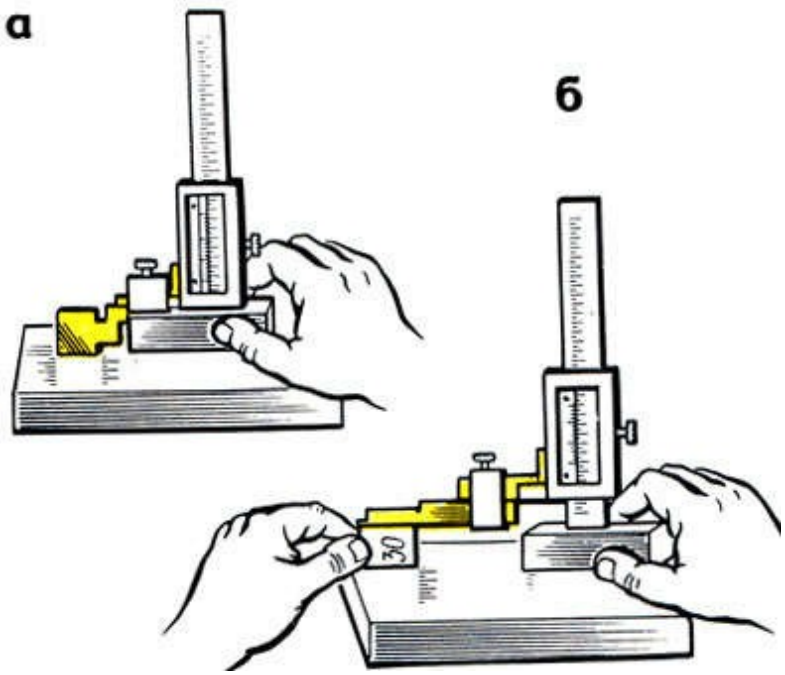


Рис. 11. Проверка нулевого положения штангенрейсмаса: а - на плите, б - при помощи плоскопараллельных концевых мер длины (плиток)

При измерении (см. рис. 10, а) левой рукой прижимают основание к плите и подводят ножку к проверяемой поверхности, затем правой рукой при помощи микрометрической подачи 4 доводят измерительную ножку до соприкосновения нижней части ножки с проверяемой поверхностью. При разметке (см. рис. 10, б) правой рукой устанавливают требуемый размер (высоту), слегка прижимают левой рукой основание к плите, перемещая штангенрейсмас относительно размечаемой детали. Острием ножки наносят риски.

Показания штангенрейсмаса читают так же, как и штангенциркуля. При измерении высоты верхней измерительной плоскостью необходимо к полученному размеру прибавить высоту ножек.

Микрометрические инструменты

Микрометр - прибор для измерения линейных размеров контактным способом. Изготовляют следующие типы микрометров:

МК - микрометры гладкие для измерения наружных размеров;

МЛ - микрометры листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент;

МТ - микрометры трубные для измерения толщины стенок труб;

МЗ - микрометры зубомерные для измерения зубчатых колес.

Микрометры типа МК выпускают с пределами: 0-5; 0-10; 0-15; 0-25; 25-50 50-75; 75-100; 100-125; 125-150; 150-175; 175-200; 200-225; 225-250 250-275; 275-300; 300-400; 400-500 500 - 600 мм.

Микрометры с верхним пределом измерений 50 мм и более снабжают установочными мерами (цилиндрические стержни, имеющие точную форму).

Микрометр (рис. 12, а) имеет скобу 1 с пяткой 2 на одном конце, втулку-стебель 5 на другом, внутрь которой ввернут микрометрический винт 3. Торцы пятки и микрометрического винта являются измерительными поверхностями. На наружной поверхности стебля проведена продольная линия, ниже которой нанесены миллиметровые деления, а выше ее - полумиллиметровые деления. Винт 3 жестко связан с барабаном 6, на конической части барабана нанесена шкала (нониус) с 50 делениями.

На головке микрометрического винта имеется устройство (трещотка) 7, обеспечивающее постоянное измерительное усилие. Трещотка соединена с винтом так, что при увеличении измерительного усилия свыше 900 гс она не вращает винт, а проворачивается. Для фиксирования полученного размера детали служит стопор 4. Шаг микрометрического винта 3 равен 0,5 мм (рис. 12, б). Так как на скосе барабан 6 по окружности разделен на 50 равных частей (рис. 12, в), то при повороте на одно деление барабана микрометрический винт 3, соединенный с барабаном 6, перемещается вдоль оси на 1/50 шага, т. е. 0,5 мм : 50 = 0,01 мм.

Перед измерением проверяют нулевое положение микрометра. При проверке микрометра с пределами измерения 0 - 25 мм

протирают замшей измерительные плоскости пятки и микрометрического винта, затем медленно сводят их до соприкосновения. Для этого медленно вращают трещотку 7, пока она не начнет проворачиваться, издавая характерный треск. Медленное вращение трещотки необходимо потому, что скорость вращения винта влияет на величину измерительного усилия.

При проверке микрометров с пределами измерения 25 - 50, 50 - 75 мм и т. д. между измерительными плоскостями микрометрического винта и пятки помещают либо установочную меру 8, либо мерительную плитку, соответствующую нижнему пределу измерения, т. е. 25, 50, 75 и т. д. Измерительные плоскости сближаются так же, как и у микрометров с пределом измерения 0 - 25 мм.

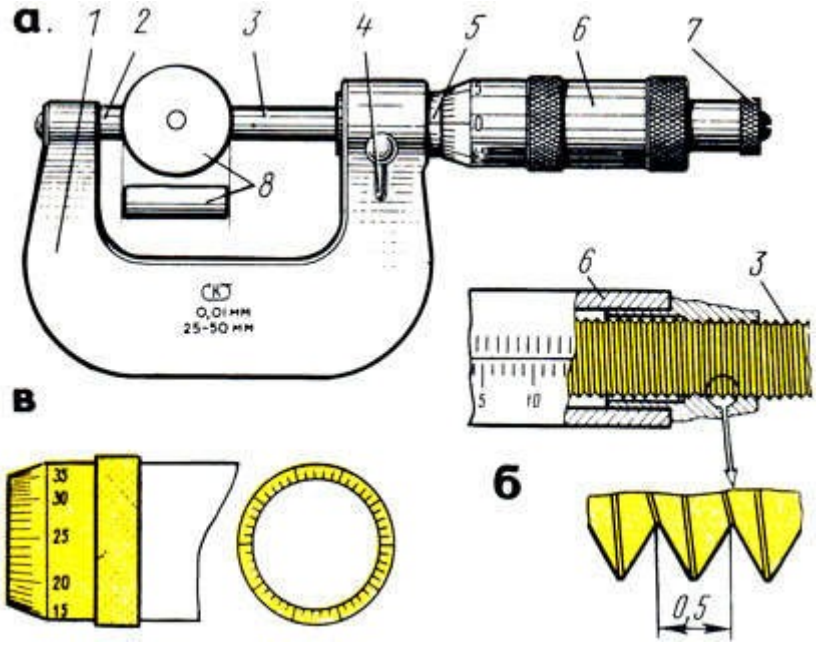


Рис. 12. Микрометр: а - устройство, б - микрометрический винт, в - барабан; 1 - скоба, 2 - пятка, 3 - винт, 4 - стопор, 5 - стебель, 6 - барабан, 7 - трещотка, 8 - установочные меры

Если при проверке окажется, что нулевое деление барабана 6 не совпадет с продольным штрихом на стебле 5, еще раз выполняют установку на нуль в таком порядке: закрепляют микровинт стопором; разъединяют барабан с микровинтом; устанавливают барабан и закрепляют его; проверяют нулевое положение.

Перекос измерительных поверхностей микрометрического винта при зажатии стопором не должен превышать у микрометров

с пределами измерения до 100 мм - 1 мкм, а для микрометров с пределами измерения более 100 мм - 2 мкм.

Перед измерением проверяемую деталь закрепляют в тисках или в приспособлении, протирают измерительные поверхности и устанавливают микрометр на размер несколько больше проверяемого, затем микрометр (рис. 13, а, в) берут левой рукой за скобу 1, а измеряемую деталь 3 помещают между пяткой 2 и торцом микрометрического винта 4. Плавно вращая трещотку, прижимают торцом микрометрического винта 4 деталь 3 к пятке 2 до тех пор, пока трещотка 5 не начнет провертываться и пощелкивать. Установка микрометра на нуль показана на рис. 15, 6.

При измерении диаметра цилиндрической детали линия измерения должна быть перпендикулярна образующей и проходить через центр (рис. 13, в).

При чтении показаний микрометра целые миллиметры отсчитывают по краю скоса барабана по нижней шкале, полу миллиметры - по числу делений верхней шкалы стебля. Сотые доли миллиметра определяют на конической части барабана по порядковому номеру (не считая нулевого) штриха барабана, совпадающего с продольным штрихом стебля.

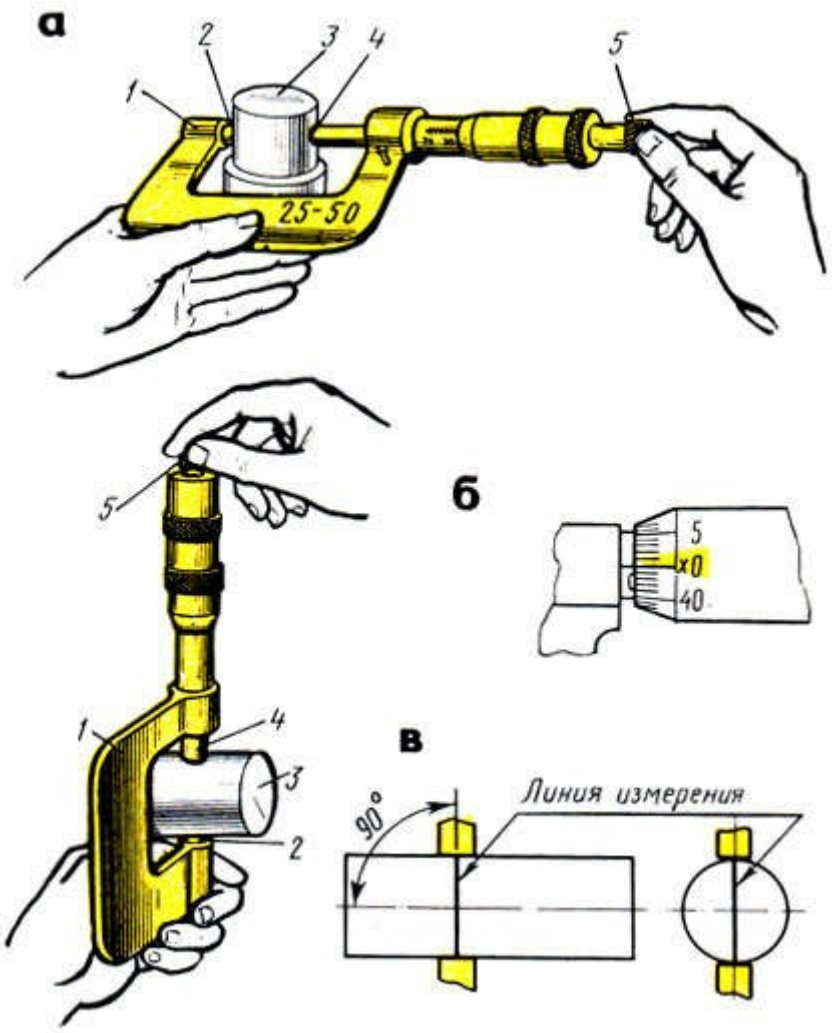


Рис. 13. Приемы использования микрометра: а - измерение деталей в вертикальном и горизонтальном положениях, б - установка микрометра на нуль, в - установка микрометра на деталь

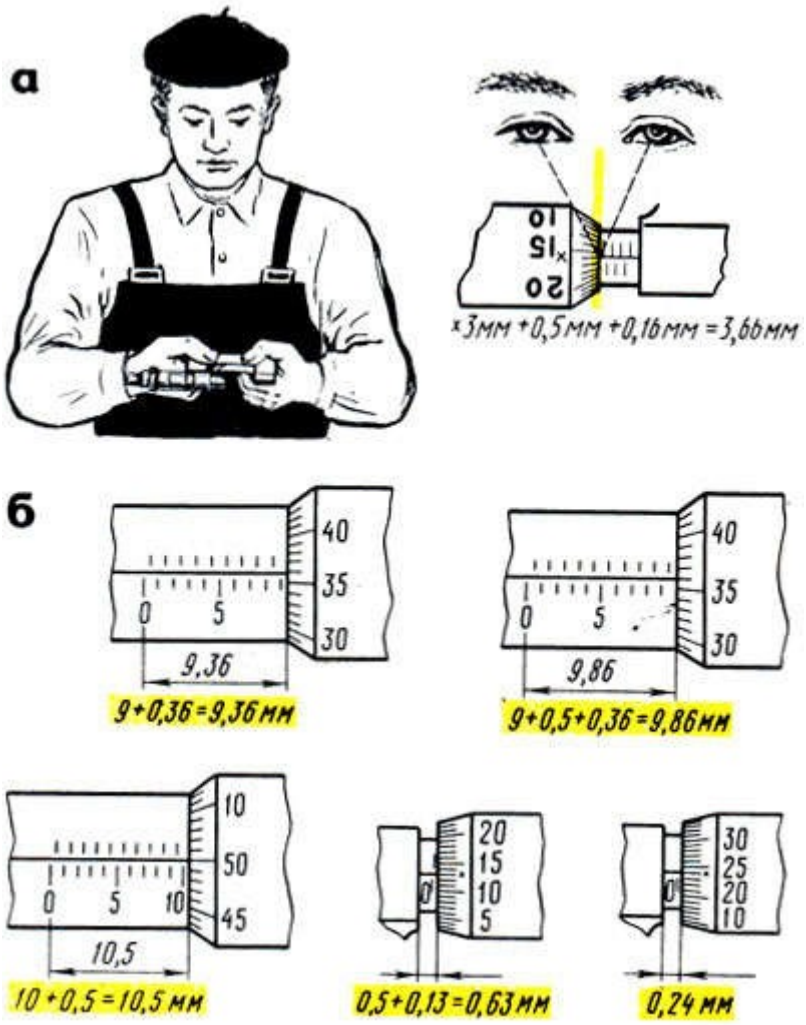


Рис. 14. Чтение показаний микрометра: а - положение глаз, б - примеры отсчета

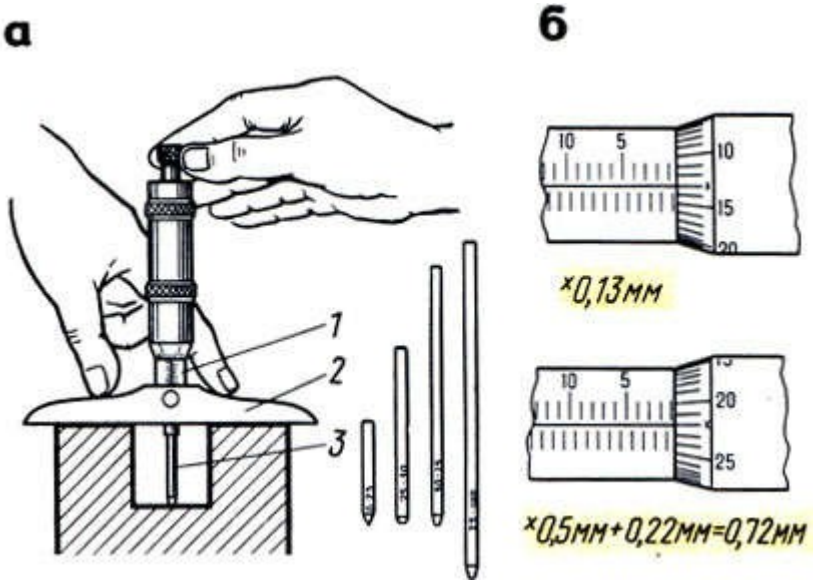


Рис. 15. Микрометрический глубиномер: а - устройство, б - примеры отсчета; 1 - стебель, 2 - основание, 3 - сменные стержни

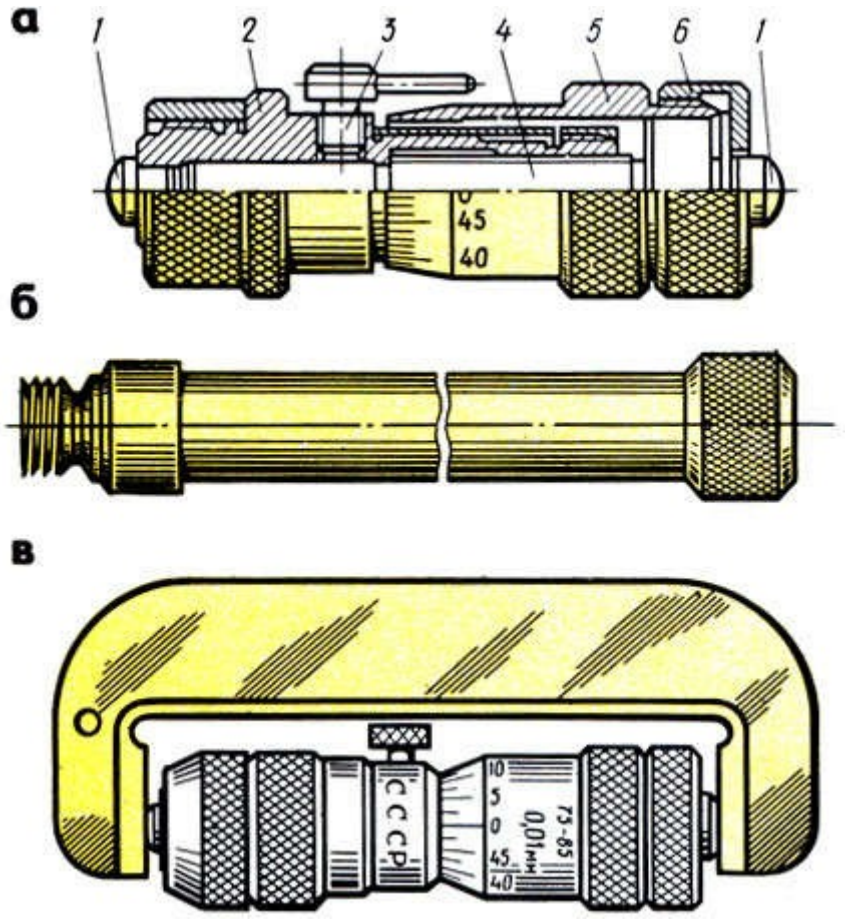


Рис. 16. Микрометрический нутромер (штихмасс): а - устройство, б - удлинительный стержень, в - проверка нулевого положения; 1 - измерительные поверхности, 2 - стебель, 3 - стопор, 4 - микрометрический винт, 5 - барабан, 6 - гайка

При чтении показаний микрометр держат прямо перед глазами (рис. 14, а). Примеры отсчета показаны на рис. 14, 6.

Микрометрический глубиномер с точностью измерения 0,01 мм (рис. 15, а) применяют для измерения глубины пазов, отверстий и высоты уступов до 100 мм. Глубиномеры изготовляют со сменными измерительными стержнями для измерений в пределах 0 - 25; 25 - 50; 50 - 75 и 75 - 100 мм. Изменение пределов измерения достигается присоединением сменных стержней. Шаг резьбы микрометрического винта 1 (стебель) - 0,5 мм. Изменение пределов измерений достигается присоединением сменных измерительных стержней 3.

Перед измерением проверяют нулевое положение глубиномера. При измерении левой рукой прижимают основание 2 глубиномера к верхней поверхности детали, а правой при помощи трещотки в конце хода доводят измерительный стержень до соприкосновения с

другой поверхностью детали. Затем стопорят микрометрический винт и читают размер.

При чтении показаний надо иметь в виду, что при ввинчивании микрометрического винта глубиномера показания не уменьшаются, как у микрометра, а увеличиваются. Поэтому цифры на шкале стебля и барабана указаны в обратном порядке: на стебле цифры увеличиваются справа налево, а на барабане - по часовой стрелке (рис. 15, б).

Микрометрический нутромер (штихмасс) с ценой деления 0,01 мм (рис. 16, а) предназначен для измерения внутренних размеров от 50 до 10 000 мм. Микрометрические нутромеры изготовляют с пределами измерений: 50-75; 75-175; 75-600; 150 - 1250; 800-2500; 1250-4000; 2500-6000; 4000-10 000 мм. Нутромеры с пределами измерений 1250 - 4000 мм и более поставляют с двумя головками: микрометрической и микрометрической с индикатором.

Шаг резьбы микрометрической винтовой пары нутромера равен 0,5 мм. Микрометрический нутромер имеет стебель 2 (рис. 16, а), в отверстие которого вставлен микрометрический винт 4. Концы стебля и микрометрический винт имеют сферические измерительные поверхности 1.

На винт насажен барабан 5 с установочной гайкой 6. В установленном положении микровинт закрепляют стопором 3.

Для измерения отверстий размером более 63 мм используют удлинительные стержни (рис. 16, б) с размерами: 25; 50; 100; 150; 200 и 600 мм. Без удлинителей можно измерять размеры от 50 до 63 мм. Перед навинчиванием удлинителя со стебля свинчивают гайку 6, после присоединения удлинителя ее навинчивают на резьбовой конец последнего стержня.

Перед измерением микрометрическую головку устанавливают по установочной мере (скобе) на исходный размер, проверяют нулевое положение, затем выбирают наименьшее количество соответствующих удлинителей.

Измерение нутромером отверстий производят по двум взаимно перпендикулярным диаметрам. Левой рукой прижимают измерительный наконечник к одной поверхности, а правой рукой вращают барабан до легкого соприкосновения с другой

поверхностью (рис. 17,а,б). Отыскав наибольший размер, стопорят микровинт и читают размер.

Правильное положение микрометрического нутромера находят покачиванием головки нутромера при легком контактировании измерительных поверхностей с деталью.

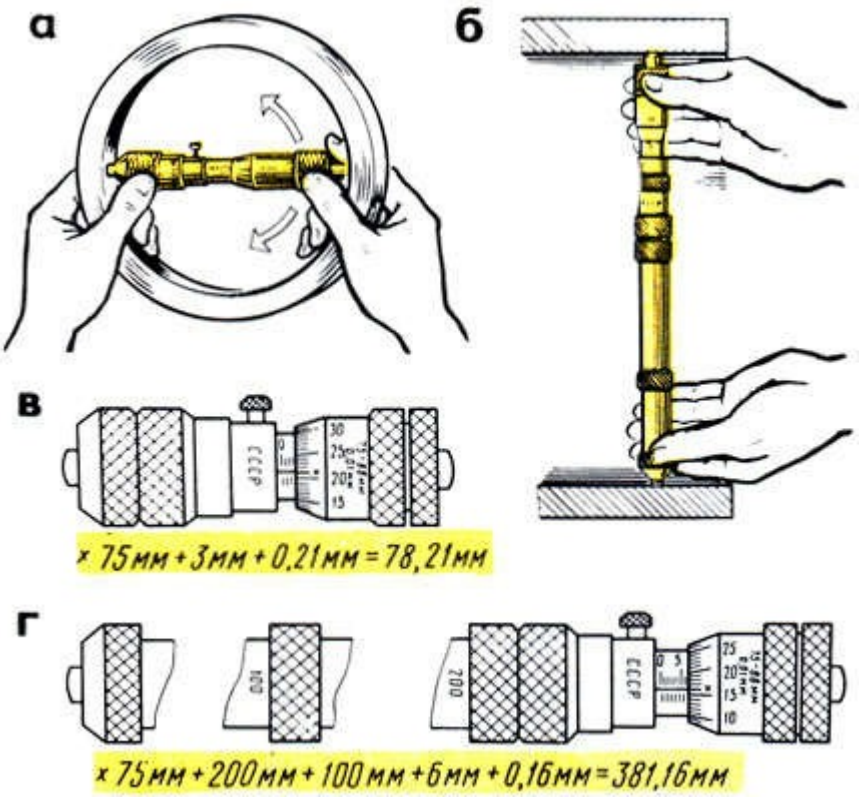


Рис. 17. Приемы измерения: а - цилиндрических отверстий, без применения и с применением удлинителей, б - параллельности деталей, в, г - примеры отсчета

Для отсчета показаний на стебле нутромера имеется шкала длиной 13 мм с полу миллиметровыми и миллиметровыми делениями. Вторая шкала нанесена на конической части барабана, она имеет 50 делений по окружности. По этой шкале и отсчитывают сотые доли миллиметра.

Показания микрометрического нутромера читают так: к предельному размеру микрометрической головки (75 мм) прибавляют показания на стебле (в данном случае 3 мм), а затем показания на скосе барабана (0,21 мм). Следовательно, показание будет 75 мм + 3 мм + 0,21 мм = 78,21 мм (рис. 17, в).

При чтении показаний с удлинителями к показанию микрометрической головки прибавляют длину удлинителей,

например: к микрометрической головке присоединены удлинители 200 и 100 мм. Показание (рис. 17,г) будет:

75 мм + 200 мм + 100 мм + 6 мм + 0,16 мм = 381,16 мм.

Рычажно-механические приборы

Принцип действия рычажно-механических приборов (инструментов) основан на использовании специального передаточного механизма, который преобразует незначительные перемещения измерительного стержня в увеличенные и удобные для отсчета перемещения стрелки по шкале.

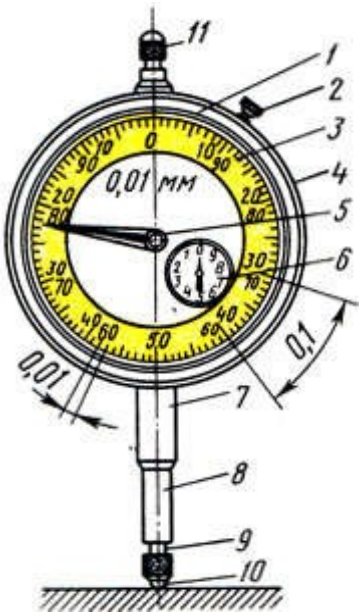


Рис. 18. Индикатор часового типа: 1 - корпус, 2 - стопор, 3 - циферблат, 4 - ободок, 5 - стрелка, 6 - указатель, 7 - гильза, 8 - измерительный стержень, 9 - наконечник, 10 - рабочий конец, 11 - головка

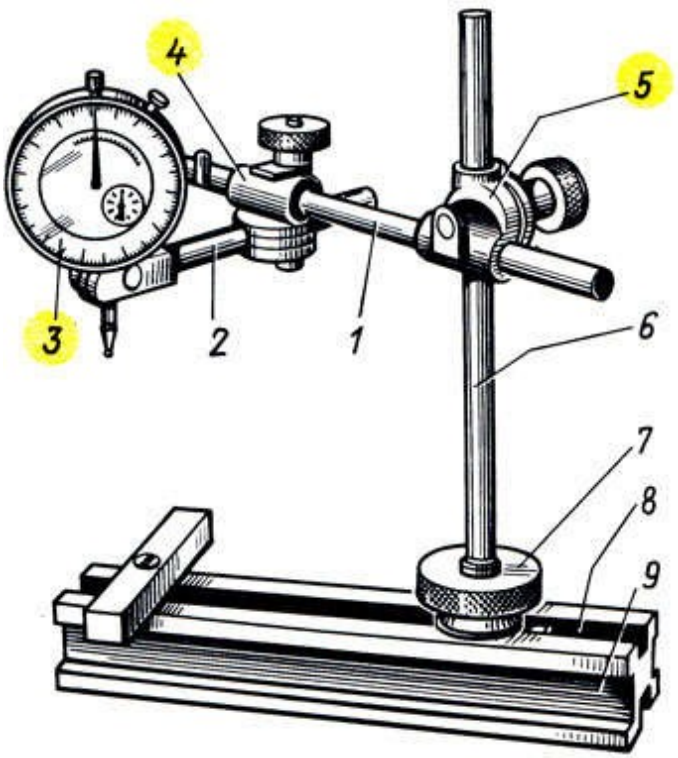


Рис. 19. Универсальная индикаторная стойка: 1,2 - стержни, 3 - индикатор, 4,5 - муфты, 6 - вертикальный стержень, 7 - гайка, 8 - паз, 9 - призма

Индикаторы предназначаются для относительного, или сравнительного, измерения и проверки отклонений от формы, размеров, а также взаимного расположения поверхностей детали. Этими инструментами проверяют горизонтальность и вертикальность положения поверхностей отдельных деталей (столов, станков и т. п.), а также овальность, конусность валов, цилиндров и др. Кроме того, индикаторами проверяют биение зубчатых колес, шкивов, шпинделей и других вращающихся деталей (рис. 18).

Индикаторы бывают часового и рычажного типов; шире применяют индикаторы часового типа, которые в сочетании с нутромерами, глубиномерами и другими инструментами используются для измерения внутренних и наружных размеров, параллельности, плоскостности и т. д.

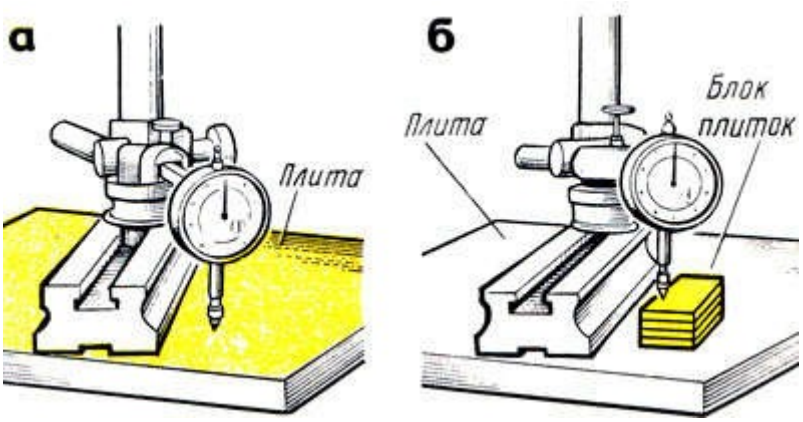


Рис. 20. Установка индикатора в начальное положение: а - соприкосновением с поверхностью стола (плиты), б - с поверхностью установочной меры

Конструкцию индикатора часового типа с зубчатой передачей с ценой деления 0,01 мм изготовляют двух типов: ИЧ - с перемещением измерительного стержня параллельно шкале; ИТ - торцовые с перемещением измерительного стержня перпендикулярно шкале.

Индикаторы типа ИЧ изготовляют следующих типоразмеров: с пределами измерений 0 - 2, 0 - 5 и 0 - 10 мм.

Индикаторы типа ИТ изготовляют с пределами измерений 0 - 2 мм.

Широко применяемый индикатор ИЧ (часового) типа (рис. 18) имеет металлический корпус 1 в форме часов, в котором заключен механизм прибора. Через корпус индикатора проходит измерительный стержень В с выступающим наружу наконечником 9, всегда находящимся под воздействием пружины. Если нажать на стержень снизу вверх, он переместится в осевом направлении и при этом повернет стрелку 5, которая передвинется по циферблату, имеющему шкалу в 100 делений, каждое из которых соответствует перемещению стержня на 1/100 мм. При перемещении стержня на 1 мм стрелка 5 сделает по циферблату полный оборот. Для отсчета целых оборотов служит стрелка указателя 6.

При измерениях индикатор должен быть закреплен жестко относительно исходной измеряемой поверхности.

На рис. 19 изображена универсальная стойка для крепления индикатора. Индикатор 3 при помощи стержней 1 и 2, муфт 4 и 5 закрепляется на вертикальном стержне 6, укрепленном в пазу 8

призмы 9 гайкой 7 с накаткой. При помощи муфт индикатор может быть установлен в любом положении и под разными углами.

При абсолютном (рис. 20, а) или относительном (рис. 20, 6) измерении показание индикатора приводят в некоторое начальное положение. При измерении относительным методом закрепленный на стойке индикатор настраивают по блоку плоскопараллельных концевых мер. Для этого измерительный наконечник 9 (см. рис.18) со съемным шариком 10 (он имеет форму проверяемой поверхности) приводят в соприкосновение с поверхностью стола - плиты (см. рис. 20, а) или установочной меры (см. рис. 20, 6). Индикатор подводят так, чтобы стрелка его сделала один-два оборота. Таким образом, стержню индикатора дается натяг, чтобы в процессе измерения индикатор мог показать как отрицательные, так и положительные отклонения от начального положения установочной меры. Стрелка при этом устанавливается против какого-либо деления шкалы. Дальнейшие отсчеты ведут от этого показания стрелки, как от начального. Для облегчения отсчетов индикатор устанавливают на нуль поворотом циферблата 3 (см. рис. 18) за рифленый ободок 4 или поворотом головки 11 (при неподвижном циферблате). Установку ободка относительно стрелки фиксируют стопором 2.

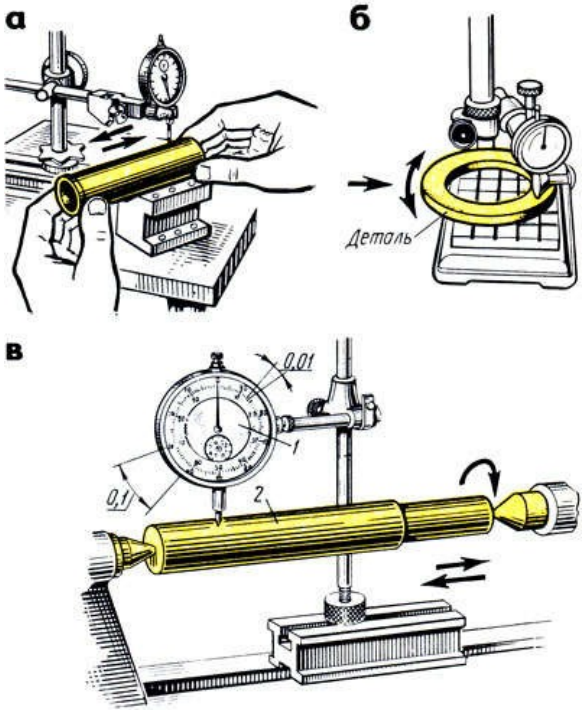


Рис. 21. Приемы проверки индикатором: а, б - перемещением деталей, в - в центрах; 1 - индикатор, 2 - деталь

Для измерения отклонения от заданного размера к детали подводят наконечник индикатора до соприкосновения с измеряемой поверхностью и замечают начальное показание стрелки 5 и указателя 6 на циферблате. Затем перемещают индикатор относительно измеряемой поверхности или измеряемую поверхность относительно индикатора (рис. 21,а,б).

Отклонение стрелки 5 (см. рис. 18) от начального положения покажет величину отклонения в сотых долях миллиметра, а отклонение стрелки указателя 6 - в целых миллиметрах. Для более точной проверки деталь 2 устанавливают в центрах (рис. 21,в) или других приспособлениях.

Индикаторные нутромеры предназначены для внутренних измерений деталей.

Индикаторный нутромер (рис. 22,а) имеет корпус 4, в который вставлена направляющая втулка 2. С одной стороны втулки помещен неподвижный измерительный стержень 7, а с другой - подвижный измерительный стержень 3.

В процессе измерения стержень 3 перемещается и его движение через толкатель 5 передается установленному в трубку 7 вертикальному штоку 6, к которому прижимается наконечник 8 индикатора 9. Прибор снабжается комплектом сменных неподвижных стержней 10.

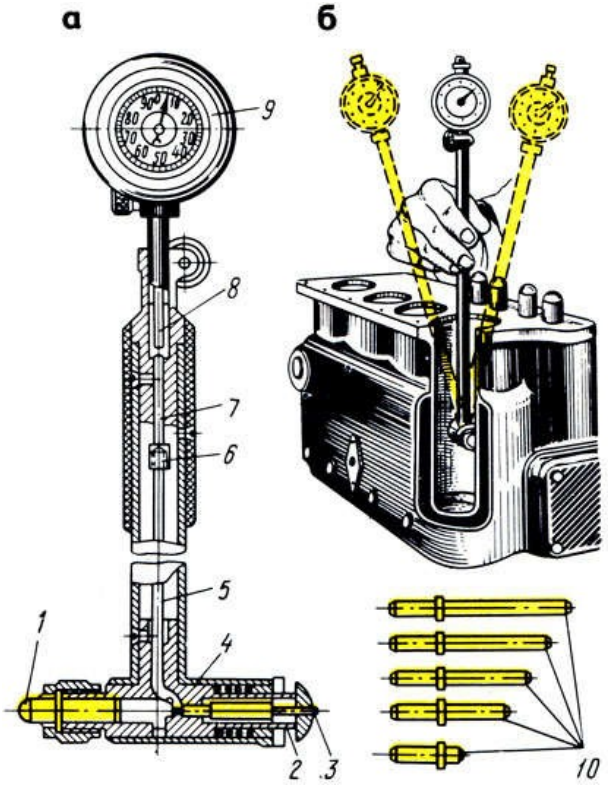


Рис. 22. Индикаторный нутромер: а - устройстве, б - прием измерения; 1,3 - измерительные стержни, 2 - направляющая втулка, 4 - корпус, 5 - толкатель, 6 - шток, 7 - трубка, 8 - наконечник, 9 - индикатор, 10 - сменные стержни

При измерении в зависимости от размера проверяемой детали нутромер ориентировочно настраивают по микрометру, блоку плоскопараллельных концевых мер или установочному кольцу, устанавливают показание на нуль.

Настроенный нутромер правой рукой берут за трубку, вводят в измеряемое отверстие и небольшим покачиванием (рис. 22,б) определяют отклонение от размера, на который был установлен индикаторный нутромер. Допустим, что нутромер был настроен на размер 68 мм (рис. 23,а). Положительные отклонения (0,06), полученные при прямом ходе, отнимают (рис. 23,а), а отрицательные (0,17) - прибавляют (рис. 23,б).

Индикаторные глубиномеры с ценой деления 0,01 мм (рис. 24,а) предназначены для измерения глубины пазов, отверстий, высоты уступов и т. д. Они снабжены набором измерительных стержней.

Измерительные стержни выбирают в зависимости от проверяемого размера и устанавливают в глубиномере. Затем устанавливают индикаторный глубиномер на нуль вращением ободка до совпадения большой стрелки с нулевым штрихом

циферблата. При измерении левой рукой слегка нажимают основание 1 (рис. 24,6) глубиномера, а правой рукой опускают измерительный стержень 4 и после его прикосновения ко дну проверяемой детали определяют отклонение. Отсчет производят так же, как у индикаторных нутромеров: положительное отклонение, полученное при прямом ходе, отнимают от размера, по которому была произведена установка глубиномера, а отрицательное - прибавляют.

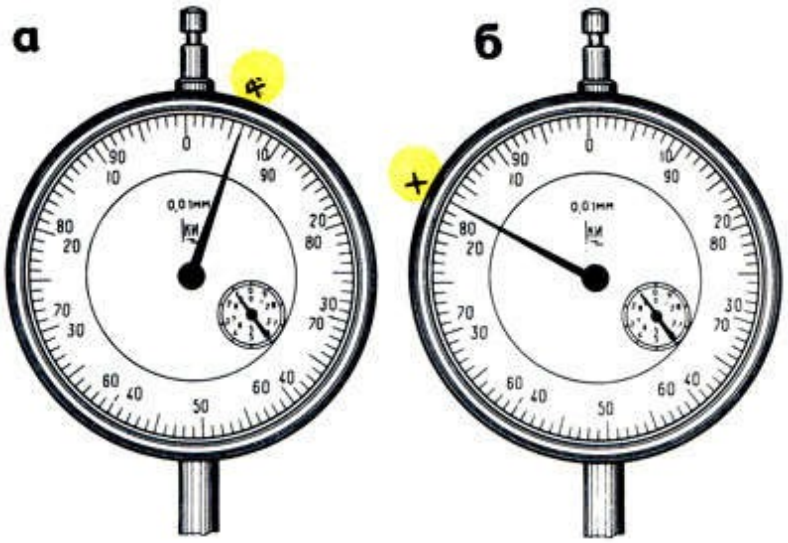


Рис. 23. Примеры отсчета на индикаторном нутромере: а - положительное отклонение, б - отрицательное отклонение

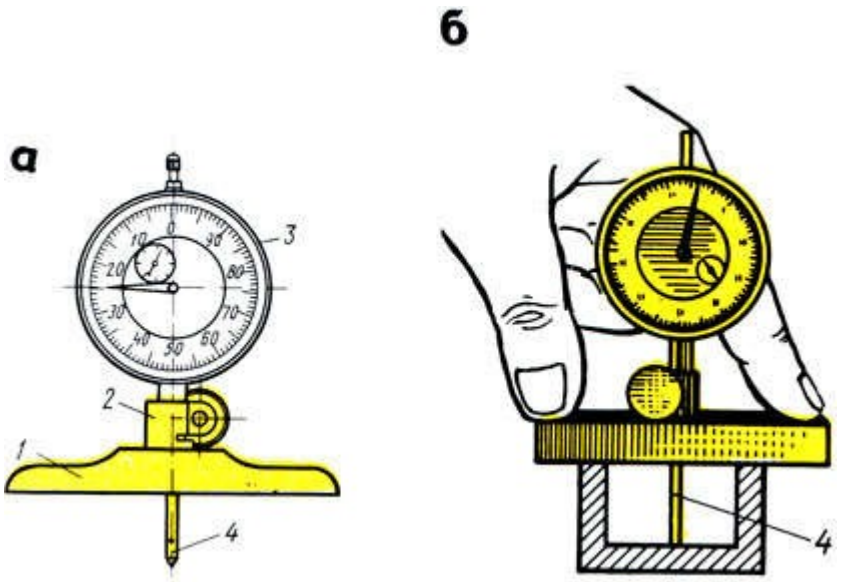


Рис. 24. Индикаторный глубиномер: а - устройство, б - прием проверки; 1 - основание, 2 - державка, 3 - индикатор, 4 - измерительный стержень

. Инструменты для измерения углов

Для измерения наружных и внутренних углов в слесарном деле применяют угольники, угломеры и угломерные плитки.

Угольники поверочные изготовляют следующих типов: УЛ - лекальные плитки (рис. 25,а), УЛП - лекальные плоские (рис. 25,б), УЛШ - лекальные с широким основанием (рис. 394,а), УЛЦ - лекальные цилиндрические (рис. 25,г), УП - слесарные плоские (рис. 25,д), УШ - слесарные с широким основанием (рис. 25,е).

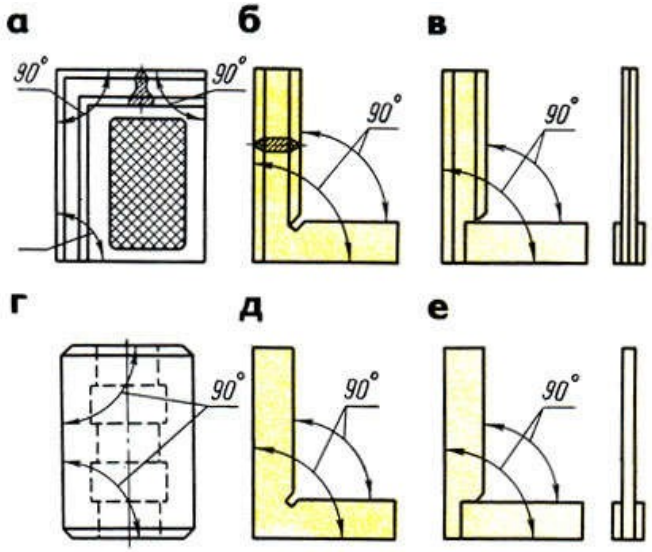


Рис. 25. Угольники: а - УП - лекальные плитки, б - УЛП - лекальные плоские, в - УЛШ - лекальные с широким основанием, г - УЛЦ - лекальные цилиндрические, д - УП - слесарные плоские, е - УШ - слесарные с широким основанием

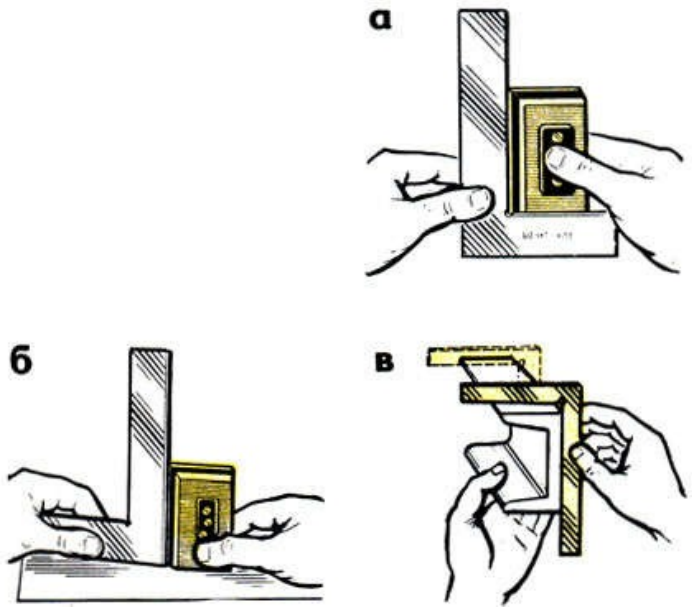


Рис. 26. Проверка углов: а - внутренней части угольника, б - наружной части, в - проверка в нескольких местах

Угольники с широким основанием (аншлажные) отличаются тем, что короткое их основание толще длинной полки. Таким угольником удобно определять отклонения в углах проверяемого изделия способом световой щели (на просвет) при установке изделия на поверочной плите.

Угольники цилиндрические применяют для этой же цели!

Для проверки прямых углов угольник накладывают на проверяемую деталь внутренней частью (рис. 26,а), а для проверки внутреннего угла - наружной частью (рис. 26,б). Наложив и слегка прижимая угольник, совмещают другую сторону угольника с проверяемой стороной детали и по просвету (иногда щупом) судят о точности прямого угла. Измерение производится в нескольких местах (рис. 26, в).

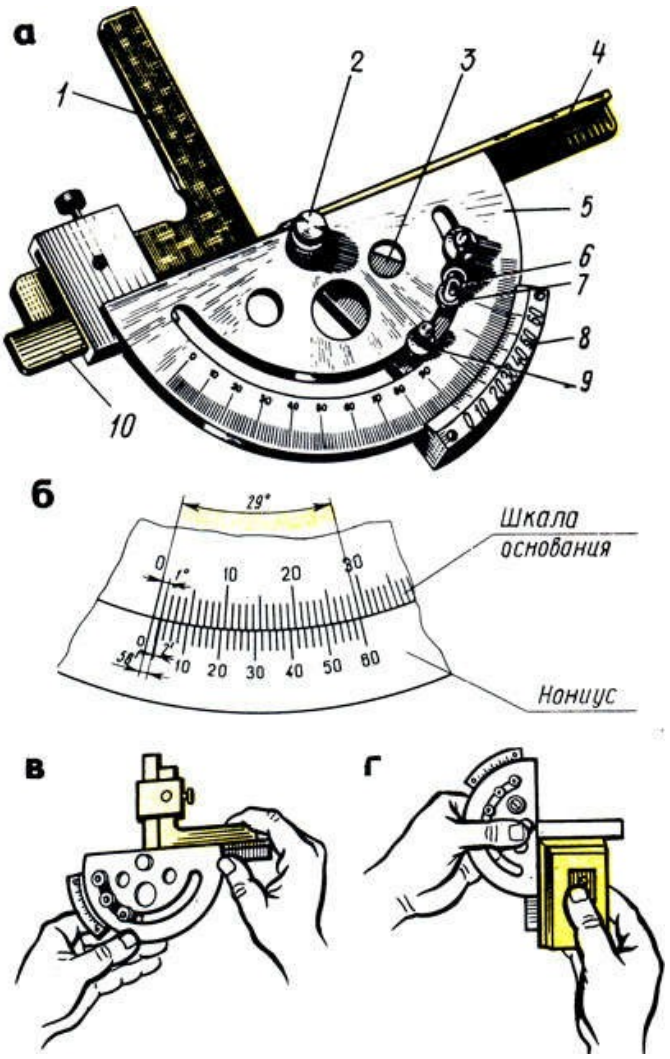


Рис. 27. Угломер УМ и его проверка : а - общий вид, б - устройство нониуса; проверка нулевого положения угломера; в - соединением измерительных поверхностей, г - лекальным угольником; 1 - угольник, 2 - ось, 3 - сектор, 4 - линейка съемная, 5 - основание (полудиск) с градуированной шкалой, 6 - микрометрическая подача, 7 - гайка, 8 - нониус, 9 - стопор, 10 - линейка подвижная

Угломеры предназначаются для измерения углов. Изготовляют следующих типов:

УН - для измерения наружных углов от 0 до 180° и внутренних углов от 40 до 180°, УМ - для измерения наружных углов от 0 до 180°.

Угломер типа УМ (рис. 27,а) с величиной отсчета по шкале нониуса 2' (2 угловых минуты) предназначен для измерения наружных углов от 0 до 180°. Угломер имеет полукруглое основание (полудиск) 5 со шкалой угловых градусов, соединенное

со съемной линейкой 4 и подвижной линейкой 10, вращающейся на оси 2 вместе с сектором 3. Точность установки подвижной линейки 10 осуществляется при помощи микрометрической подачи 6 вращением гайки 7 и фиксированием стопором 9.

На секторе 3 закреплен лимб нониуса В, на лимбе сектора - шкала угловых минут. Угол между крайними штрихами шкалы нониуса, равный 29°, разделен на 30 частей (рис. 27,6). Угол между соседними штрихами нониуса 60 × 29:30 = 58, т. е. на 2' меньше 1°.

Перед применением угломер протирают и проверяют нулевое положение: нулевые штрихи основания и нониуса должны совпадать.

При совпадении штрихов нониуса и основания между измерительными поверхностями угломера не должно быть просвета. Это проверяется соединением измерительных поверхностей (рис. 27,в) или при помощи лекального угольника (рис. 27,г).

При измерении угломер накладывают на проверяемую деталь так, чтобы линейки 4 и 10 были совмещены со сторонами измеряемого угла. Прижимая слегка правой рукой деталь к измерительной поверхности линейки основания, перемещают деталь постепенно, уменьшая просвет до полного соприкосновения. После этого (если нет просвета)фиксируют положение стопором и читают показание. Целое число градусов отсчитывают по шкале основания слева направо нулевым штрихом нониуса.

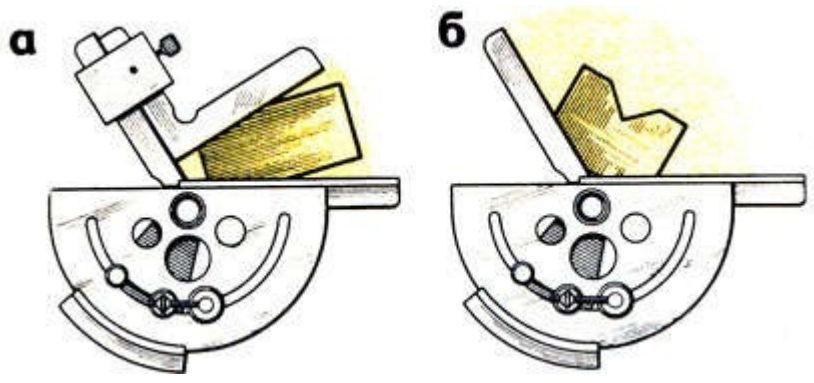


Рис. 28. Измерение углов: а - от 0° до 90°, б - от 90° до 180°

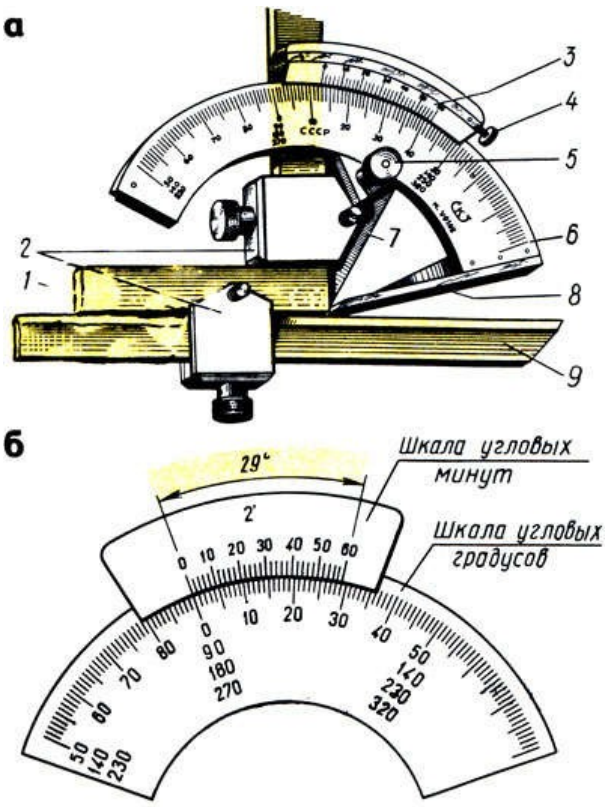


Рис. 29. Углометр УН: а - общий вид, б - устройство шкалы нониуса; 1 - угольник, 2 - державки, 3 - нониус, 4 - винт нониуса, 5 - стопор, 6 - основание, 7 - сектор, 8 - линейка основания, 9 - линейка съемная

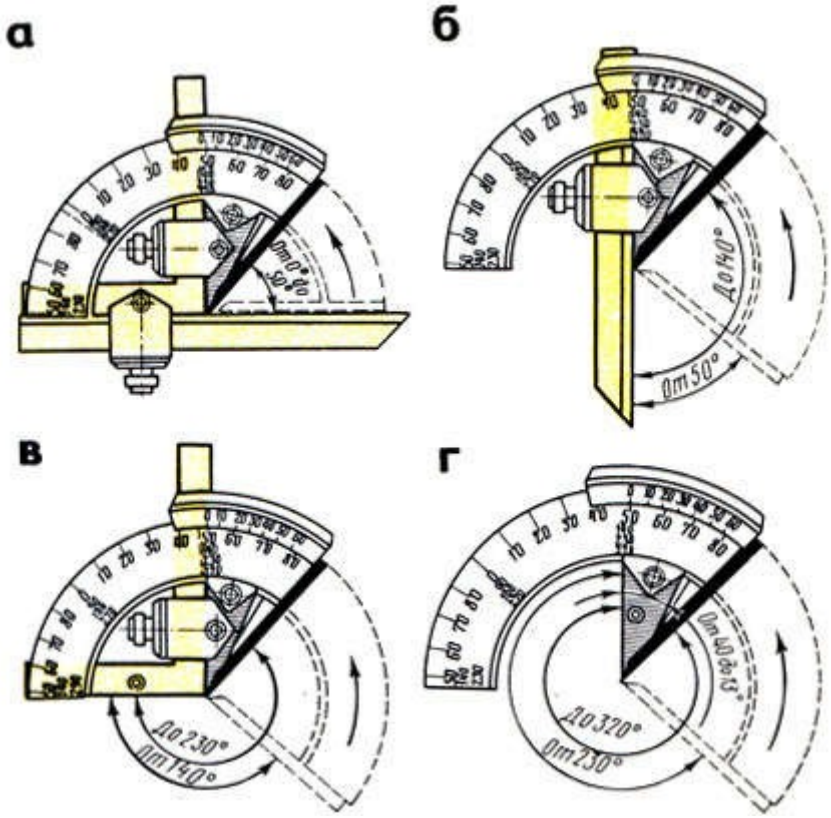


Рис. 30. Установка угломера для измерения углов: а - от 0 до 50°, б - от 50 до 140°, в - от 140 до 230°, г - от 230 до 320°

После этого находят штрих нониуса, совпадающий со штрихом шкалы основания, и ближайшую к нему слева цифру нониуса. К этой цифре прибавляют результат умножения величины отсчета на порядковый номер совпадающего штриха нониуса, считая его от найденной цифры нониуса. При чтении угломер держат прямо перед глазами. Например, нулевой штрих нониуса прошел 34-е деление шкалы основания, но не дошел до 35-го, при этом со штрихом основной шкалы совпадает 20-й (не считая нулевого) штрих шкалы нониуса. Следовательно, измеряемый угол составляет 34 + 20х 2 = 34°40'.

Для измерения углов от 0 до 90° угломер соединяют с угольником (рис. 28,а), а для измерения углов от 90 до 180° угломер применяют без угольника (рис. 28,6) и к его показаниям прибавляют 90°.

Угломер типа УН с величиной отсчета по нониусу 2 или 5'(угловых минут, рис. 29,в,6) конструкции Семенова, выпускаемый заводом "Калибр", является наиболее удобным для измерения наружных углов от 0 до 180° и внутренних углов от 40 до 180°. Угломер имеет полукруглое основание 6, на котором закреплена линейка 8 основания. Сектор 7 с нониусом 3 перемещается по основанию 6 и после установки закрепляется стопором 5. Микрометрическая подача нониуса осуществляется вращением микрометрического винта 4. К сектору 7 при помощи державок 2 крепится угольник 1, а к нему присоединяется съемная линейка 9.

У угломера типа УН, так же как и угломера УМ, угол между крайними штрихами нониуса равен 29° и разделен на 30 частей, но он в отличие от угломера УМ построен на дуге большего радиуса, следовательно, расстояние между штрихами больше, что облегчает чтение показаний (рис. 29,6). На дуге нанесена основная шкала для отсчета целых градусов, которая построена несколько иначе, чем у угломера УМ. Слева направо на шкале нанесены сначала деления от 50 до 90°, затем от 0 до 50°. Ниже расположены цифры, позволяющие по этой шкале производить отсчеты от 140 до 230°, а еще ниже - от 230 до 320°.

Если на угломере установлены угольник и линейка (рис. 30,а), то можно измерять углы от 0 до 50°. Если убрать угольник и на его месте закрепить линейку, можно измерять углы от 50 до 140°

(рис. 30,б), если убрать линейку и оставить только угольник (рис. 30,в), можно измерять углы от 140 до 230°. При отсутствии линейки и угольника (рис. 30,г) можно измерять углы от 230 до 320°.

Точность отсчета, полученного при измерении угловых величин или при установке заданного угла, проверяют по градусной шкале и нониусу. По шкале градусов, размещенной на дуге основания, определяют, на каком целом делении (или между ними) остановилось нулевое деление нониуса, которое соответствует числу целых градусов угловой величины. По шкале нониуса определяют, какое из его делений совпало с делением шкалы градусов, по цифрам нониуса определяют число минут.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макиенко Н.И., Общий курс слесарного дела: Учебник. – 2-е изд., доп. – М.: Высш.шк., 1984. – 176 с., ил. – (Профтехобразование).

2. Слесарное дело: иллюстрированное учеб.пособие / сост. Б.С. Покровский, В.А. Скакун. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 30 плакатов.

СОДЕРЖАНИЕ

Средства измерений и контроля 3

Штангенинструменты 5

Микрометрические инструменты 14

Рычажно-механические приборы 22

Инструменты для измерения углов 29

Литература 36

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

Направление подготовки:
20.03.01 Техносферная безопасность

Автор: Новикова Н.А.

Екатеринбур
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 определенна 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 — термопара, 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, относятся6

- национальные стандарты;

- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;

- применяемые в установленном порядке классификации, общероссийсикме 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.Межгосударситвенная 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	Лифиц И.М. Основы стандартизации, метрологии, сертификации : учебник / Иосиф Моисеевич Лифиц И. М. - 6-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2007. - 350 с.	16
4	Крылова Г. Д.. 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	Радкевич, Я. М. 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 Р51672—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.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу

_____С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.21 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Направление подготовки:

20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль):

Экспертиза и аудит промышленной и пожарной безопасности

Автор: Суднева Е.М., старший преподаватель

год набора: 2024

Одобрена на заседании кафедры Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях	Рассмотрена методической комиссией Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Стороженко Л.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 11.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ТЕМА 1. ТЕХНОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ

Лабораторная работа «Расчет эффективности мероприятий по защите атмосферы от загрязнения»

1. Исходные данные

В районе действует тепловая электростанция (ТЭС), работающая на кузнечном угле.

В процессе эксплуатации ТЭС в атмосферный воздух попадают примеси аэрозолей и газообразных веществ. Масса годового поступления выбросов (m_j) по видам составляют:

а) группа аэрозолей: m_1 – зола угля, m_2 – пыль угля.

б) группа газообразных веществ: m_3 – сернистый ангидрит, m_4 – серный ангидрит, m_5 – оксиды азота (по NO_2), m_6 – оксид углерода.

Характер выбросов по скорости оседания частиц различен:

а) примеси из группы аэрозолей имеют скорость оседания частиц от 1 до 20 см/с.

б) примеси из группы газообразных веществ имеют скорость оседания менее 1 см/с.

Зона активного загрязнения (ЗАЗ) ТЭС неоднородна и состоит из следующих типов территорий:

№ типа территории	Тип территории	S_i	δ_i
1	Территория населенных мест с плотностью населения 3 чел/га (β)	S_1	β x 0.1
2	Территория промышленных предприятий	S_2	4
3	Леса 2-ой группы	S_3	0.1
4	Пашни	S_4	0.25
5	Территории садовых и дачных участков	S_5	8

В рассматриваемом году масса выбросов загрязняющих веществ ($M_{общ.}$) превысила временно согласованный выброс на величину ΔМ.
При решении задачи считать, что ВСВ превышает ПДВ на 20 %
Среднегодовое значение разности температур в устье источника выбора (трубы) и в окружающей среде составляет величину ΔТ. Среднегодовой модуль скорости ветра – у.
В результате проведения природоохранного мероприятия (в планируемом году) общий экономический ущерб от загрязнения атмосферы снизится на 10 %, а масса выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) достигнет лимита выбросов (ВСВ).

2. Задание

Определить:
Зону активного загрязнения ТЭС.
Величину ущерба от загрязнения атмосферы ТЭС до проведения природоохранного мероприятия.
Сумму платежей за загрязнения атмосферы в текущем году.
Экономическую эффективность мероприятия по охране атмосферного воздуха в планируемом году при известных (К) и эксплуатационных (С) затратах.

3. Методика расчетов

Определение ЗАЗ. Источником загрязнения является труба ТЭЦ (согласно классификации – организованный источник). Для подобных источников ЗАЗ представляет собой кольцо, заключенное между окружностями с радиусами:

$$r_{ЗАЗ}^{внутр} = 2\varphi \cdot h;$$

$$R_{ЗАЗ}^{внеш.} = 20\varphi \cdot h;$$

где h – высота источника, м (см. № варианта, табл. 1),
φ – безразмерная поправка, вычисляемая по формуле:

$$\varphi = 1 + \frac{\Delta T}{75^0};$$

ΔТ – разность температур в устье трубы и в ОС, град. (см. табл. 1)
Вычислив радиусы, находим площадь ЗАЗ по формуле:

$$S = \pi \cdot \left(R_{внеш.}^2 - r_{внутр.}^2\right)\left(м^2\right);$$

Площадь ЗАЗ выразить в гектарах (1 га =10000 м^2).

Определение ущерба от загрязнения атмосферы ($U = \gamma \cdot \delta \cdot f \cdot M$)

Численное значение удельного ущерба от загрязнения атмосферы (γ) принимается равным величине норматива платы за загрязнение в пределах допустимого выброса (ПДВ).
Показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над ЗАЗ (δ) следует рассчитать, поскольку ЗАЗ неоднородна и состоит из пяти типов территорий (пункт 1.4.). Каждому типу территории (S_i) соответствует табличное значение константы δ_i. Усредненное значение δ для всей ЗАЗ определяется по формуле:

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^{5} S_i \cdot \delta_i}{S_{ЗАЗ}};$$

где δ – показатель относительной опасности загрязнения атмосферы над всей зоной активного загрязнения;
i – номер части ЗАЗ, относящейся к одному из типов территорий (всего по задаче их 5);
S_i – площадь одного из типов территорий (табл. 1);
$S_{ЗАЗ}$ – общая площадь ЗАЗ (поскольку в условии задачи S_i выражается в %, $S_{ЗАЗ}$=100%);
δ_i – показатель относительной опасности загрязнения атмосферы над i-тым типом территорий (см. пункт 1.4.

Приведенная масса годового выброса ЗВ (M = $M_{общ.}$) рассчитывается как сумма газообразных и аэрозольных примесей:

$$M = M_{газ.} + M_{аэр.}, \text{ (усл. т/год);}$$

а) значение приведенной массы годового выброса загазованных примесей определяется по формуле:

$$M_{газ.} = \sum_{j=3}^{6} A_j \cdot m_j;$$

б) годовая масса аэрозольных примесей рассчитывается аналогично:

$$M_{аэр.} = \sum_{j=1}^{2} A_j \cdot m_j;$$

где j – вид загрязняющего вещества (по условию задачи вещества j_1 и j_2 – аэрозольные, а j_3, j_4, j_5, j_6 – газообразные),
A_j – показатель относительной агрессивности примеси j – ого вида (табл.

2).Значение множителя f – поправки, учитывающей характер рассеивания примесей в атмосфере, определяется следующим образом:

а) для газообразных примесей с очень малой скоростью оседания (менее 1 см/с) принимается, что

$$f_1 = f_{газ.} = \frac{100(м)}{100(м) + \varphi h} \cdot \frac{4(м/с)}{1(м/с) + y};$$

б) для частиц, оседающих со скоростью от 1 до 20 м/сек. (в данной задаче – группа аэрозольных примесей), принимается, что

$$f_2 = f_{аэр.} = \sqrt{\frac{1000(м)}{60(м) + \varphi h}} \cdot \frac{4(м/с)}{1(м/с) + y};$$

где y – среднегодовое значение модуля скорости ветра (табл. 1);
φ – безразмерная поправка (пункт 3.1.);
h – высота трубы (табл. 1).

Определение ущерба от загрязнения атмосферы. Общий ущерб слагается из суммы ущербов от двух видов примесей – газообразных и аэрозольных, с двумя различными параметрами f (пункт 3.2.4.),поэтому

$$U_{общ.} = U_{газ.} + U_{аэр.} = (\gamma \cdot \delta \cdot f_{газ.} \cdot M_{газ}) + (\gamma \cdot \delta \cdot f_{аэр.} \cdot M_{аэр.}) = \gamma \cdot \delta \cdot (f_{газ.} \cdot M_{газ.} + f_{аэр.} \cdot M_{аэр.})$$

Расчет платежа за загрязнение атмосферы

Общая сумма платежа определяется по формуле:

$$П_{общ.} = П_1 + П_2 + П_3;$$

где $П_1$ – плата за допустимый выброс (в пределах ПДВ);
$П_2$ – плата за выброс ЗВ сверх ПДВ, но в пределах установленного лимита (ВСВ);
$П_3$ – плата за выброс ЗВ сверх лимита (сверх ВСВ).

Значения $П_1$, $П_2$, $П_3$ рассчитывается следующим образом:

$$П_1 = P \cdot M_1;$$
$$П_2 = 5 \cdot P \cdot M_2;$$
$$П_3 = 25 \cdot P \cdot M_3;$$

где Р – норматив платы (руб/усл.т);
M_1 – масса допустимого выброса;
M_2 – масса сверх ПДВ, но в пределах ВСВ;
M_3 – масса выбросов сверх ВСВ.
Определение величин M_1, M_2, M_3.
а) общая приведенная масса годового выброса $M_{общ.}$ рассчитывается согласно пункту 3.2.3.
б) по условию задачи (пункт 1.5.) превышение массы ВСВ (M_3) составляет величину ΔМ (%) от общей приведенной массы ЗВ. Находим значение ΔМ (усл.т), равное M_3

$$M_3 = \frac{M_{общ.} \cdot \Delta M(\%)}{100\%};$$

в) рассчитываем M_1 и M_2. Их сумма равна: $M_1 + M_2 = M_{общ.} - M_3$

По условию задачи (пункт 1.5.) масса ВСВ превышает массу ПДВ (M_1) на 20%
Тогда $M_{ВСВ} = (M_1 + M_2) = 1{,}2M_1$; а $M_{общ.} = M_{ВСВ} + M_3 = 1{,}2M_1 + M_3$.
Отсюда:

$$M_1 = \frac{M_{общ.} - M_3}{1{,}2};$$
$$M_2 = \frac{(M_{общ.} - M_3) \cdot 0{,}2}{1{,}2}.$$

Расчет экономической эффективности мероприятий по охране атмосферного воздуха
Определяем чистый экономический эффект по формуле:

$$R = P - З;$$

где R – годовой чистый экономический эффект;
Р – экономический результат, полученный благодаря проведенным природоохранным мероприятиям. Результатом по условию задачи (пункт 1.7) являются снижение ущерба от загрязнения на 10% и снижение суммы платежей за выбросы ЗВ (выброс достигает уровня ВСВ), таким образом:

$$P = 0{,}1U + П_3;$$

З – приведенные затраты, вычисляются по формуле:

$$З = C + E_н \cdot K;$$

где С – эксплуатационные затраты (табл. 1);
К – капитальные затраты (табл. 1);
$E_н$ – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных затрат средозащитного назначения (принимается равным 0,16).

Общая экономическая эффективность капитальных вложений рассчитывается по формуле:

$$Э_{кв} = \frac{R - C}{K};$$

Срок окупаемости капитальных вложений (Т) равен:

$$T = \frac{1}{Э_{кв}};$$

Общая (абсолютная) экономическая эффективность природоохранных затрат определяется по формуле:

$$Э_з = \frac{R}{C + E_н \cdot K}.$$

Таблица 2

Значение показателя относительной агрессивности вещества (A_j)

Загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу	Значение параметра A_j (усл. т/т)
1. Зола угля	84
2. Пыль угля (недожог)	48
3. Сернистый ангидрид (SO_2)	22
4. Серный ангидрит (SO_3)	49
5. Оксиды азота (по NO_2)	41.1
6. Оксид углерода	1

Таблица 1

Данные для решения задачи

Вариант	M_1 (т/год)	M_2 (т/год)	M_3 (т/год)	M_4 (т/год)	M_5 (т/год)	M_6 (т/год)	% от $S_{ЗАЗ}$					ΔM (%)	ΔT (^{0}C)	y (м/с)	h (м)	C	K
							S_1	S_2	S_3	S_4	S_5					млн руб.	
1	30000	1000	100000	10000	31000	4000	20	25	30	15	10	22	150	1	250	5	150
2	30500	1050	98000	10100	30500	4020	25	10	15	25	25	23	150	1	240	5	140
3	31000	1000	95000	10050	30400	3900	15	15	20	15	35	24	150	1	260	5	140
4	31500	950	96000	10000	30300	3850	10	15	25	30	20	25	140	1.5	250	5.5	145
5	32000	1020	95000	10060	30200	3900	15	20	20	25	20	24	140	1.5	240	5.5	145
6	32500	1040	94000	10070	30100	3900	20	15	30	20	15	23	140	1.5	270	5.5	150
7	33000	1000	93000	10040	30000	3850	25	10	30	15	20	22	130	2	300	6	150
8	33500	890	92000	10030	29500	3750	30	10	30	15	15	21	130	2	300	6	150
9	34000	1010	91500	9800	29400	3750	25	10	15	25	25	20	130	2	280	6	150
10	34500	1050	91000	9850	29300	3600	20	25	5	25	25	21	140	2.5	280	5.5	145
11	35000	1000	90500	9700	29400	3600	15	20	20	25	20	22	140	2.5	300	5.5	145
12	34500	980	90000	9800	28500	3750	10	20	40	15	15	23	140	2.5	270	5.5	140
13	34000	970	90500	8000	28000	3750	5	25	20	30	20	24	150	3	300	5	145
14	33500	900	89500	8500	28500	3700	5	2	2	2	3	23	150	3	290	5	145

								0	0	5	0						
15	33000	1020	90000	8900	29000	3700	5	15	35	15	30	22	150	3	290	5	150
16	32500	1000	89000	8800	29300	4000	10	15	30	30	15	21	140	2.5	280	5	140
17	32000	980	88000	8700	29400	3900	10	20	30	25	15	20	140	2.5	280	6	135
18	31500	950	91000	8600	28000	3900	15	20	25	20	20	21	140	2.5	270	6	135
19	31000	970	91500	8500	27500	3950	10	25	5	40	20	22	130	3	280	6	135
20	30500	900	90000	8500	27000	4000	5	25	25	15	30	20	130	3	300	6	145
21	30000	920	78000	8600	26500	4020	5	20	25	30	20	19	130	3	300	5	145
22	29500	890	92000	8700	27000	4010	10	20	10	30	30	20	140	3	300	5	150
23	29000	1000	88000	9000	26500	4020	5	25	25	15	30	19	140	2	280	5	150
24	29500	950	89000	9500	28000	4010	10	25	25	27	15	20	150	2	280	5	150
25	30000	930	90000	10000	28500	4000	5	15	25	25	30	19	150	2	280	5	140

ТЕМА 2 «Определение категории опасности предприятия»

Исходные данные

В результате производства продукции предприятие выбрасывает в атмосферу загрязняющие вещества. Фактическая масса (m_i), ПДК ($ПДК_i$), и класс опасности каждого из этих веществ приведены в таблице 5.

1. Задание

Определить категорию опасности предприятия и необходимый размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

2. Методика расчета

Категория опасности предприятия (КОП) зависит от величины приведенной массы выбросов вредных веществ в атмосферу. Значение КОП не отражает какую-либо физическую сущность, а является индексом для ранжирования источников загрязнения.

КОП рассчитывается по формуле:

$$КОП = \sum_{i=1}^{n} \left(m_i \cdot A_i\right)^{ai},$$

где КОП – категория опасности предприятия;

n – количество загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием;

m_i – масса выброса i-го вещества (т/год);

A_i – показатель агрессивности, токсичности i-го вещества, равный $\frac{1}{ПДК_i}$

a_i - безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i-го вещества с вредностью сернистого газа, значение a_i приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значение константы a_i для веществ различных классов опасности

Константа	Класс опасности вещества			
	1	2	3	4
a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

После расчета КОП, проводится оценка опасности предприятия. Граничные условия для деления предприятий на категории опасности в зависимости от значения КОП приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Деление предприятий на категории опасности

Значение КОП	Менее 10^3	От 10^3 до 10^4	От 10^4 до 10^6	Более 10^6
Категория опасности предприятия	4	3	2	1

В соответствии с классом опасности предприятия устанавливаются санитарно-защитные зоны, размеры которых указаны в таблице 3.

Таблица 3. Размеры СЗЗ для предприятий разного класса опасности

Класс опасности	1	2	3	4
Размер СЗЗ (м)	1000	500	300	100

3. Указания по выполнению работы

Используя данные таблиц 1 и 5, составить и заполнить таблицу 4.

Таблица 4. Форма таблицы для расчета КОП

№№ п/п	Вещество	Фактический выброс (m_i), т	ПДК$_i$	Агрессивность вещества (A_i)	Приведенная масса ЗВ ($m_i \cdot A_i$), усл.т/год	Класс опасности вещества	a_i	КОП по i-тому веществу (m_i x A_i)
1								
….								
n								

1) Рассчитать результирующую категорию опасности для предприятия:

$$КОП = \sum_{i=1}^{n} КОП_i$$

2) Используя таблицу 3, определить необходимые размеры санитарно-защитной зоны

Таблица 5.

Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников ОАО «МРАМОР»

№ п/п	Вещество	Фактический выброс (m_i),т	ПДК, мг/м^3	Класс опасности вещества
1	Железа оксид	133,946	4,0	3
2	Кадмия оксид	7,076	0,05	1
3	Меди оксид	25,452	0,5	2
4	Никеля оксид	1,052	0,05	1
5	Сурьмы триоксид	7,017	1,0	2
6	Калий сернокислый	27,208	10,0	3
7	Кислота серная	26,665	1,0	2
8	Селена диоксид	0,802	0,1	1
9	Сероводород	0,549	10,0	2
10	Углерода оксид	267,123	20,0	4
11	Бензол	0,098	10,0	2
12	Толуол	0,080	50,0	3
13	Этилбензол	0,096	50,0	3
14	Спирт бутиловый	2,984	10,0	2
15	Бензин	0453	100,0	4
16	Пыль неорганическая	1256,004	6,0	4
17	Алюминий оксид	10,510	2,0	3
18	Ангидрид сернистый	44,231	10,0	3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ ОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

1. Исходные данные

В результате производства продукции предприятие выбрасывает в атмосферу загрязняющие вещества. Фактическая масса (m_i), ПДК ($ПДК_i$), и класс опасности каждого из этих веществ приведены в таблице 5.

2. Задание

Определить категорию опасности предприятия и необходимый размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

3. Методика расчета

Категория опасности предприятия (КОП) зависит от величины приведенной массы выбросов вредных веществ в атмосферу. Значение КОП не отражает какую-либо физическую сущность, а является индексом для ранжирования источников загрязнения.
КОП рассчитывается по формуле:

$$КОП = \sum_{i=1}^{n} \left(m_i \cdot A_i\right)^{ai},$$

где КОП – категория опасности предприятия;
n – количество загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием;
m_i – масса выброса i-го вещества (т/год);

A_i – показатель агрессивности, токсичности i-го вещества, равный $\frac{1}{ПДК_i}$

a_i - безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i-го вещества с вредностью сернистого газа, значение a_i приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значение константы a_i для веществ различных классов опасности

Константа	Класс опасности вещества			
	1	2	3	4
a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

После расчета КОП, проводится оценка опасности предприятия. Граничные условия для деления предприятий на категории опасности в зависимости от значения КОП приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Деление предприятий на категории опасности

Значение КОП	Менее 10^3	От 10^3 до 10^4	От 10^4 до 10^6	Более 10^6
Категория опасности предприятия	4	3	2	1

В соответствии с классом опасности предприятия устанавливаются санитарно-защитные зоны, размеры которых указаны в таблице 3.

Таблица 3. Размеры СЗЗ для предприятий разного класса опасности

Класс опасности	1	2	3	4
Размер СЗЗ (м)	1000	500	300	100

4. Указания по выполнению работы

1) Используя данные таблиц 1 и 5, составить и заполнить таблицу 4.

Таблица 4. Форма таблицы для расчета КОП

№№ п/п	Вещество	Фактический выброс (m_i), т	ПДК K_i	Агрессивность вещества (A_i)	Приведенная масса ЗВ ($m_i \cdot A_i$), усл.т/год	Класс опасности вещества	a_i	КОП по i-тому веществу (m_i x A_i)
1								
….								
n								

2) Рассчитать результирующую категорию опасности для предприятия:

$$КОП = \sum_{i=1}^{n} КОП_i$$

3) Используя таблицу 3, определить необходимые размеры санитарно-защитной зоны

Таблица 5. Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников ОАО «АЛМАЗ»

№№ пп	**Вещество**	**Фактический выброс (m_i),т**	**ПДК, мг/м^3**	**Класс опасности вещества**
1	Алюминий оксид	1,123	2,0	3
2	Висмута оксид	11,007	0,5	2
3	Кальция оксид	2,102	1,0	2
4	Марганец и его соединения	8,860	0,1	2
5	Меди оксид	23,906	0,5	2
6	Натрия карбонат	24,674	5,0	3
7	Свинец и его соединения	6,080	0,01	1
8	Цинка оксид	20,169	0,5	2
9	Азота диоксид	1325,600	2,0	3
10	Кислота серная	26,890	1,0	2
11	Мышьяк	150,798	0,04	2
12	Ангидрид сернистый	5402,931	10,0	3
13	Сероуглерод	47,112	1,0	3
14	Фтористые соединения	2,997	1,0	2
15	Бензол	0,098	10,0	2
16	Ксилол	0,100	50,0	3
17	Бензин	0,987	100,0	4

18	Пыль неорганическая	1612,897	300,0	4
19	Масло минеральное (нефть)	0,062	5,0	3
20	Углерода оксид	245,980	20,0	4

Задача

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ ОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

1. Исходные данные

В результате производства продукции предприятие выбрасывает в атмосферу загрязняющие вещества. Фактическая масса (m_i), ПДК ($ПДК_i$), и класс опасности каждого из этих веществ приведены в таблице 5.

2. Задание

Определить категорию опасности предприятия и необходимый размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

3. Методика расчета

Категория опасности предприятия (КОП) зависит от величины приведенной массы выбросов вредных веществ в атмосферу. Значение КОП не отражает какую-либо физическую сущность, а является индексом для ранжирования источников загрязнения.
КОП рассчитывается по формуле:

$$КОП = \sum_{i=1}^{n} (m_i \cdot A_i)^{ai},$$

где КОП – категория опасности предприятия;
n – количество загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием;
m_i – масса выброса i-го вещества (т/год);
A_i – показатель агрессивности, токсичности i-го вещества, равный $\frac{1}{ПДК_i}$
a_i - безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i-го вещества с вредностью сернистого газа, значение a_i приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значение константы a_i для веществ различных классов опасности

Константа	Класс опасности вещества			
	1	2	3	4
a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

После расчета КОП, проводится оценка опасности предприятия. Граничные условия для деления предприятий на категории опасности в зависимости от значения КОП приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Деление предприятий на категории опасности

Значение КОП	Менее 10^3	От 10^3 до 10^4	От 10^4 до 10^6	Более 10^6
Категория опасности предприятия	4	3	2	1

В соответствии с классом опасности предприятия устанавливаются санитарно-защитные зоны, размеры которых указаны в таблице 3.

Таблица 3. Размеры СЗЗ для предприятий разного класса опасности

Класс опасности	1	2	3	4
Размер СЗЗ (м)	1000	500	300	100

4. Указания по выполнению работы

1) Используя данные таблиц 1 и 5, составить и заполнить таблицу 4.

Таблица 4. Форма таблицы для расчета КОП

№№ п/п	Вещество	Фактический выброс (m_i), т	ПДК$_i$	Агрессивность вещества (A_i)	Приведенная масса ЗВ ($m_i \cdot A_i$), усл.т/год	Класс опасности вещества	a_i	КОП по i-тому веществу (m_i x A_i)
1								
….								
n								

2) Рассчитать результирующую категорию опасности для предприятия:

$$КОП = \sum_{i=1}^{n} КОП_i$$

3) Используя таблицу 3, определить необходимые размеры санитарно-защитной зоны

Таблица 5. Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников ОАО «ГРАНИТ»

№№ пп	Вещество	Фактический выброс (m_i),т	ПДК, мг/м^3	Класс опасности вещества
1	Алюминий оксид	0,610	2,0	3
2	Висмут оксид	1,837	0,5	2
3	Кальция оксид	52,102	1,0	2
4	Марганец и его соединения	0,073	0,1	2
5	Меди оксид	123,906	0,5	2
6	Натрия карбонат	24,716	5,0	3
7	Свинец и его соединения	256,081	0,01	1
8	Цинка оксид	420,169	0,5	2
9	Азота диоксид	325,631	2,0	3
10	Кислота серная	126,890	1,0	2
11	Мышьяк	50,798	0,04	2
12	Ангидрид сернистый	45402,833	10,0	3
13	Сероуглерод	47,224	1,0	3
14	Фтористые соединения	25,082	1,0	2
15	Бензол	0,045	10,0	2
16	Ксилол	0,100	50,0	3
17	Бензин	0,987	100,0	4
18	Пыль неорганическая	2612,327	300,0	4
19	Сероводород	0,678	10,0	2
20	Дифторхлорметан	0,400	3000,0	4

Задача

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ ОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

1. Исходные данные

В результате производства продукции предприятие выбрасывает в атмосферу загрязняющие вещества. Фактическая масса (m_i), ПДК ($ПДК_i$), и класс опасности каждого из этих веществ приведены в таблице 5.

2. Задание

Определить категорию опасности предприятия и необходимый размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

3. Методика расчета

Категория опасности предприятия (КОП) зависит от величины приведенной массы выбросов вредных веществ в атмосферу. Значение КОП не отражает какую-либо физическую сущность, а является индексом для ранжирования источников загрязнения.
КОП рассчитывается по формуле:

$$КОП = \sum_{i=1}^{n} (m_i \cdot A_i)^{ai},$$

где КОП – категория опасности предприятия;
n – количество загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием;
m_i – масса выброса i-го вещества (т/год);

A_i – показатель агрессивности, токсичности i-го вещества, равный $\frac{1}{ПДК_i}$

a_i - безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i-го вещества с вредностью сернистого газа, значение a_i приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значение константы a_i для веществ различных классов опасности

Константа	Класс опасности вещества			
	1	2	3	4
a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

После расчета КОП, проводится оценка опасности предприятия. Граничные условия для деления предприятий на категории опасности в зависимости от значения КОП приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Деление предприятий на категории опасности

Значение КОП	Менее 10^3	От 10^3 до 10^4	От 10^4 до 10^6	Более 10^6
Категория опасности предприятия	4	3	2	1

В соответствии с классом опасности предприятия устанавливаются санитарно-защитные зоны, размеры которых указаны в таблице 3.

Таблица 3. Размеры СЗЗ для предприятий разного класса опасности

Класс опасности	1	2	3	4
Размер СЗЗ (м)	1000	500	300	100

4. Указания по выполнению работы

1) Используя данные таблиц 1 и 5, составить и заполнить таблицу 4.

Таблица 4. Форма таблицы для расчета КОП

№№ п/п	Вещество	Фактический выброс (m_i), т	ПДК$_i$	Агрессивность вещества (A_i)	Приведенная масса ЗВ ($m_i \cdot A_i$), усл.т/год	Класс опасности вещества	a_i	КОП по i-тому веществу (m_i x A_i)
1								
….								
n								

2) Рассчитать результирующую категорию опасности для предприятия:

$$КОП = \sum_{i=1}^{n} КОП_i$$

3) Используя таблицу 3, определить необходимые размеры санитарно-защитной зоны

Таблица 5. Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников ОАО «ГАББРО»

№№ пп	**Вещество**	**Фактический выброс (m_i),т**	**ПДК, мг/м^3**	**Класс опасности вещества**
1	Ангидрит сернистый	46741,675	10,0	3
2	Железа оксид	43,746	4,0	3
3	Кадмия оксид	5,067	0,05	1
4	Меди оксид	115,636	0,5	2
5	Никеля оксид	1,975	0,05	1
6	Сурьмы триоксид	1,077	1,0	2
7	Калий сернокислый	25,480	10,0	3
8	Кислота серная	136,009	1,0	2
9	Селена диоксид	0,350	0,1	1
10	Сероводород	0,708	10,0	2
11	Углерода оксид	225,042	20,0	4
12	Бензол	0,039	10,0	2
13	Толуол	0,028	50,0	3
14	Этилбензол	0,002	50,0	3
15	Спирт бутиловый	11,781	10,0	2
16	Бензин	0,811	100,0	4
17	Уайт-спирит	0,256	300,0	4
18	Пыль неорганическая	2911,125	6,0	4
19	Свинец и его соединения	54,034	0,01	1

Практическая работа № 4
Исследование биологических ритмов человека

Цель работы - изучить особенности индивидуальных биоритмов для оптимизации работоспособности человека.

На протяжении всей своей истории человечество имеет дело с суточными, месячными, сезонными, годовыми ритмами, обусловленными планетарными явлениями и влияющими на геологические, климатические, биологические и другие процессы.

Под ритмами понимают повторение одного и того же события или состояния через строго определенные промежутки времени. Длительность цикла от начала до очередного повтора называется *периодом*.

Биологические ритмы - периодически повторяющиеся изменения характера и интенсивности биологических процессов и явлений в живых организмах. Биологические ритмы физиологических функций столь точны, что их часто называют «биологическими часами».

Ритмы, задаваемые внутренними «часами» или водителями ритма, называются эндогенными, в отличие от экзогенных, которые регулируются внешними факторами. Большинство биологических ритмов являются смешанными, т. е. частично эндогенными и частично экзогенными.

Во многих случаях главным внешним фактором, регулирующим ритмическую активность, служит фотопериод, т. е. продолжительность светового дня. Это единственный фактор, который может быть надежным показателем времени, и он используется для установки «часов».

Биологические ритмы с периодом 20-28 ч называются *циркадными,* или околосуточными, например, периодические колебания на протяжении суток температуры тела, частоты пульса, артериального давления, работоспособности человека и др.

Выделяют также группу биологических ритмов низкой частоты; это *околонедельные, околомесячные, сезонные, окологодовые, многолетние ритмы.*

Наиболее изучен циркадианный биологический ритм, один из самых важных в организме человека, выполняющий как бы роль дирижера многочисленных внутренних ритмов.

Циркадианные ритмы высокочувствительны к действию различных отрицательных факторов, и нарушение слаженной работы системы, порождающей эти ритмы, служит

одним из первых симптомов заболевания организма. Установлены циркадианные колебания более 300 физиологических функций организма человека. Все эти процессы согласованы во времени.

Многие околосуточные процессы достигают максимальных значений в дневное время каждые 16-20 ч и минимальных - ночью или в ранние утренние часы. Например, ночью у человека самая низкая температура тела. К утру она повышается и достигает максимума во второй половине дня.

Основной причиной суточных колебаний физиологических функций в организме человека являются периодические изменения возбудимости нервной системы, угнетающей или стимулирующей обмен веществ. В результате изменения обмена веществ и возникают изменения различных физиологических функций. Так, например, частота дыхания днем выше, чем ночью. В ночное время понижена функция пищеварительного аппарата.

Установлено, что суточная динамика температуры тела имеет волнообразный характер. Примерно к 18 ч температура достигает максимума, а к полуночи снижается: минимальное ее значение между часом ночи и 5 ч утра. Изменение температуры тела в течение суток не зависит от того, спит человек или занимается интенсивной работой.

Температура тела определяет скорость биологических реакций, днем обмен веществ идет наиболее интенсивно. С суточным ритмом тесно связаны сон и пробуждение. Своеобразным внутренним сигналом для отдыха ко сну служит понижение температуры тела. На протяжении суток она изменяется с амплитудой до 1,3°С.

Большой интерес представляет теория биоритмов, согласно которой с момента рождения человека у него наступают ритмические, с околомесячным периодом, колебания функционального состояния. Так, считают, что *физический цикл* завершается за 23 дня и определяет широкий диапазон физических свойств организма, включая сопротивляемость болезням, силу, координацию, скорость, физиологию, ощущение хорошего физического самочувствия. *Эмоциональный цикл*, длящийся 28 дней, управляет творчеством, восприимчивостью, психическим здоровьем, мышлением, восприятием мираи самих себя.

Интеллектуальный цикл имеет период 33 дня, он регулирует память, бдительность, восприимчивость к знаниям, логические и аналитические функции мышления.

Дни перехода от положительной фазы к отрицательной являются критическими, что проявляется в физическом цикле несчастными случаями, в эмоциональном – нервными срывами, в интеллектуальном – ухудшением качества умственной работы. Опасность увеличивается, когда критические дни разных циклов совпадают.

Одним из критериев эндогенной организации биологических ритмов является длительность индивидуальной минуты (ИМ). У здоровых людей величина ИМ является

относительно стойким показателем, характеризующим эндогенную организацию времени и адаптационные способности организма. У лиц с высокими способностями к адаптации ИМ превышает 1 минуту физического времени, у лиц с невысокими способностями к адаптации ИМ равна в среднем 47,0–46,2 с, у хорошо адаптирующихся – 62,90–69,71 с. ИМ имеет циркасептальный ритм – ее величина максимальна во вторник и среду и минимальна в пятницу и субботу. По величине ИМ можно судить также о наступлении утомления у учащихся и взрослых людей.

С учетом этого величина ИМ может быть исследована в начале и конце занятия, в течение дня, недели, месяца, года. Эти данные позволяют выявить циркадные, недельные, сезонные ритмы индивидуальной минуты, функциональное состояние организма и его адаптивные возможности в любое время.

Задание 1. Определение хронобиологического типа (хронобиотипа)

С помощью предлагаемого теста необходимо определить свой хронобиотип. Для всех вопросов даны на выбор ответы с оценочной шкалой. Выберите только один ответ.

Вопросы с приложенными оценочными тестами.

1. Когда вы предпочитаете вставать, если имеете совершенно свободный от планов день и можете руководствоваться только личными чувствами? Перечеркните крестиком только одну клеточку (рис.1).

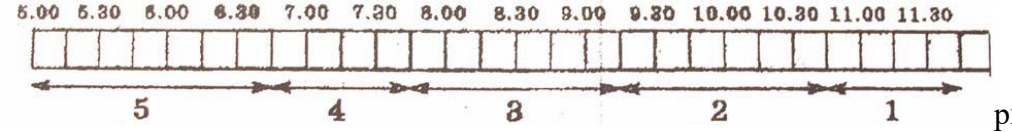


рис 1.

2. Когда вы предпочитаете ложиться спать, если совершенно свободны от планов на вечер и можете руководствоваться только личными чувствами? Перечеркните крестиком только одну клеточку (рис.2).

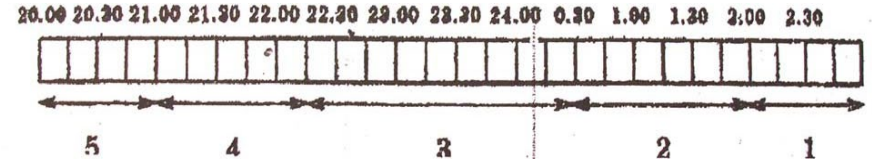


рис. 2

3. Какова степень вашей зависимости от будильника, вставать в определенноевремя?

Совсем независим	4
Иногда зависим	3
В большей степени зависим	2
Полностью зависим	1

4. Как легко вы встаете утром при обычныхусловиях?

Очень тяжело	1

Относительно тяжело	2
Сравнительно легко	3
Очень легко	4

5. Как вы деятельны в первые полчаса после утреннеговставания?

Большая вялость	1
Небольшая вялость	2
Относительно деятелен	3
Очень деятелен	4

6. Какой у вас аппетит после утреннего вставания в первыеполчаса?

Совсем нет аппетита	1
Слабый аппетит	2
Сравнительно хороший аппетит	3
Очень хороший аппетит	4

7. Как вы себя чувствуете в первые полчаса после утреннеговставания?

Очень усталым	1
Усталость в небольшой степени	2
Относительно бодр	3
Очень бодр	4

8. Если у вас на следующий день нет никаких обязанностей, когда вы ложитесь спать по сравнению с вашим обычным временем отхода косну?

Почти всегда в обычное время	4
Позднее обычного менее, чем на 1 час	3
На 1–2 часа позднее обычного	2
Позднее обычного больше, чем на 2 часа	1

9. Вы решили заниматься физкультурой (физической тренировкой). Ваш друг предложил заниматься дважды в неделю, по 1 часу утром, между 7 и 8 часами. Будет ли это благоприятным длявас?

Мне это время очень благоприятно	4
Для меня это время относительно приемлемо	3
Мне будет относительно трудно	2
Мне будет очень трудно	1

10. В какое время вы так сильно устаете, что должны идтиспать? (рис.3)).

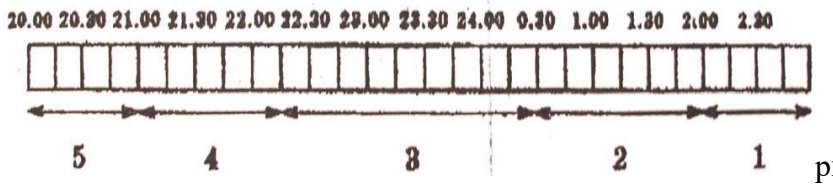


рис. 3

11. Вас собираются нагрузить 2-часовой работой в период наивысшего уровня вашей работоспособности. Какой из четырех данных сроков вы выберете, если совершенно свободны от дневных планов и можете руководствоваться только личнымичувствами?

8.00–10.00	6
11.00–13.00	4
15.00–17.00	2
19.00–21.00	0

12. Если вы ложитесь спать в 23.00, то какова степень вашейусталости?

Очень усталый	5
Относительно усталый	3
Слегка усталый	2
Совсем не усталый	0

13. Какие-то обстоятельства заставили вас лечь спать на несколько часов позднее обычного. На следующее утро нет необходимости вставать в обычное для вас время. Какой из четырех указанных вариантов будет соответствовать вашемусостоянию?

Я просыпаюсь в обычное время и не хочу спать	4
Я просыпаюсь в обычное для себя время и продолжаю дремать	3
Я просыпаюсь в обычное для себя время и снова засыпаю	2
Я просыпаюсь позднее, чем обычно	1

14. Вам предстоит какая-либо работа или отъезд ночью, между 4 и 6 часами. На следующий день у вас нет никаких обязанностей. Какую из следующих возможностей вывыберете?

Сплю сразу после ночной работы	1
Перед ночной работой дремлю, а после нее сплю	2
Перед ночной работой сплю, а после нее дремлю	3
Полностью высыпаюсь перед ночной работой	4

15. Вы должны в течение двух часов выполнять тяжелую физическую работу. Какие часы вы выберете, если у вас полностью свободный график дня и вы можете руководствоваться только личнымичувствами?

8.00–10.00	4
11.00–13.00	3

15.00–17.00	2
19.00–21.00	1

16. У вас возникло решение серьезно заниматься закаливанием организма. друг предложил делать это дважды в неделю, по 1 часу, между 22 и 23 часами. Как вас будет устраивать этовремя?

Да, полностью устраивает. Буду в хорошей форме	1
Буду в относительно хорошей форме	2
Через некоторое время буду в плохой форме	3
Нет, это время меня не устраивает	4

17. Представьте, что вы сами можете выбрать график своего рабочего времени. Какой 5-часовой непрерывный график работы вы выберете, чтобы работа стала для вас интереснее и приносила большое удовлетворение? (рис. 4).

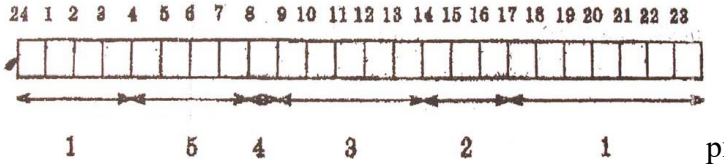


рис 4.

Часы суток: (при подсчете берется большее цифровое значение).

18. В какой час суток вы чувствуете себя «на высоте»? (выберите одну клеточку)

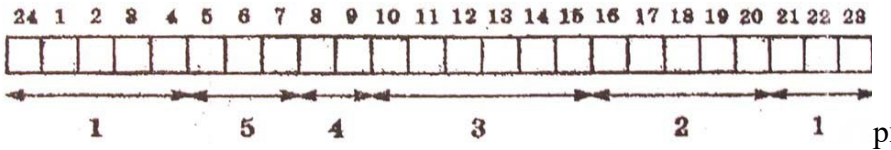


рис. 5

19. Иногда говорят «утренний человек» и «вечерний человек». К какому типу вы себяотносите?

Четко к утреннему типу – «Жаворонок»	6
Скорее, к утреннему типу, чем к вечернему	4
Индифферентный тип – «Голубь»	3
Скорее, к вечернему типу, чем к утреннему	2
Четко к вечернему типу – «Сова»	0

Обработка результатов и выводы

Подсчитать сумму баллов и, пользуясь схемой оценки, определить, к какому хронобиологичскому типу вы относитесь: «Голубь», «Сова», или «Жаворонок».

Схема оценки хронобиологического типа человека по опроснику-тесту:

«Жаворонок» четко выраженный тип	69 баллов
Слабо выраженный утренний тип	59–69 баллов
«Голубь» индифферентный тип	42–58 баллов

Слабо выраженный вечерний тип	31–41 балл
«Сова» сильно выраженный тип	31 балл

Задание 2. Определение длительности индивидуальной минуты

Длительность индивидуальной минуты (ИМ) определяют по методу Халберга. Для этого по команде экспериментатора начинают отсчет секунд про себя (от 1 до 60). Цифру 60 испытуемый произносит вслух. Истинное время фиксируют при помощи секундомера. Для надежности определяют ИМ 2–3 раза. Средний показатель заносят в протокол. Определите длительность ИМ в начале и конце занятия.

Обработка результатов и выводы

Сопоставьте полученные показатели со среднестатистическими по таблице 1. Сделайте вывод о соответствии длительности ИМ возрастной норме и о степени адаптации к учебным нагрузкам, судя по ее изменению к концу занятия.

Таблица 1. Возрастная динамика длительности индивидуальной минуты (ИМ)

ИМ, с	Мужчины	Женщины	P_2	Оба пола
Возраст	M□ m	M□ m		M□ m
16 лет	55,1□ 1,0	56,9□ 1,2	>0,5	56,4□ 1,1
	<0,001	<0,1		<0,05
17 лет	58,8□ 1,4	58,1□ 1,2	>0,5	58,3□ 1,0
	<0,5	<0,5		<0,1
21 год	60,2□ 1,4	59,1□ 1,3	>0,5	59,8□ 1,0

Примечание: P_1 – достоверность различий детских величин по сравнению со взрослыми; P_2 – достоверность межполовых различий.

Сделайте вывод о соответствии величины вашей ИМ половозрастной норме и об адаптивных возможностях вашего организма.

Задание 3. Определение фазы физического,эмоционального и интеллектуальногоциклов

Пользуясь расчетными методами, определите, в какой фазе физического, эмоционального и интеллектуального циклов вы находитесь.

1. Определите свои биологически ритмы, подсчитав общее число прожитых дней (*Z*) со дня рождения до данной даты.Для этого:

а)определите количество дней, прожитых со дня рождения до последнего дня. *X* =

возраст (полных лет) * 365 + кол-во дней високосных лет (возраст/4);

б)определите с помощью календаря количество дней, прожитых с последнего дня рождения до расчетной даты (*Y*).

в)определите общее число прожитых дней по формуле:

Z = X + Y, где

Z – общее число прожитых дней, *X* – количество дней, прожитых со дня рождения до последнего дня рождения,

Y – количество дней, прожитых с последнего дня рождения до расчетной даты.

2. Для определения максимально активных и неблагоприятных дней необходимо количество прожитых дней разделить на период исследуемого биоритма. Длительность биологических циклов (дней):

a. физический – 23, 688;
b. эмоциональный – 28, 426;
c. интеллектуальный – 33, 163.

Целое число соответствует количеству полных периодов данного биоритма, а остаток – количеству дней от начала последнего периода до заданной даты. Отсюда первый максимально активный день биоритма находится в результате прибавления к заданной дате разницы между периодом биоритма и остатком.

Например, человек прожил к 15 ноября 1998 г. 6300 дней. Рассчитываем очередной максимально активный день физического биоритма. Вначале находим разницу между периодом биоритма и остатком: 6 300 / 23, 688, остаток равен 9 дням, а разность (23 – 9) = 14 дням. Тогда очередной максимально активный день физического биоритма приходится на (15 + 14) = 29 ноября. Последующие максимально активные дни легко найти, прибавляя к найденной дате один, два и т.д. периода расчетного биоритма.

Аналогично рассчитывается эмоциональный и интеллектуальный биоритмы: 6 300 / 28, 426 остаток равен 6 дням, а разность (28 – 6) = 22 дням, значит, очередной максимально активный день эмоционального биоритма приходится на (15 + 22) = 7 декабря. Считается, что в течение первой половины периода (для физического – 11,5 дня, эмоционального – 14, интеллектуального – 16,5) находится положительная фаза, во второй – отрицательная.

А) Определение физического цикла. Возраст, выраженный в днях, разделитена 23. Получится число целых циклов, а остаток укажет, в какой фазе цикла вы находитесь.

Б) Определение эмоционального цикла. Возраст, выраженный в днях, разделите на 28. Остаток указывает, в какой фазе цикла вы находитесь.

В) Определение интеллектуального цикла. Возраст, выраженный вднях, разделите на 33. Остаток укажет, в какой фазе цикла вынаходитесь.

При проведении расчетов необходимо учитывать високосные годы.

Обработка результатов и выводы

Постройте ритмограммы собственных циклов согласно рисунку 6. Отметьте на ритмограмме фазы физического, эмоционального и интеллектуального циклов, в которых вы находитесь в настоящее время. С учетом предстоящих изменений физической, эмоциональной и интеллектуальной активности составьте график встреч, физической и интеллектуальной деятельности на ближайшие дни и недели.



Рис. 6.Ритмограмма течения биоритмов

Контрольные вопросы:

1. Что такое ритм, период?
2. Понятие биологического ритма? Виды ритмов.
3. Циркадный ритм и его влияние на физиологические процессы в организме?
4. Что определяют физический, эмоциональный и интеллектуальный циклы?

Практическая работа № 2

Исследование работоспособности человека

Цель работы:освоить методы исследования работоспособности человека.

Работоспособность – потенциальная способность человека выполнять максимально возможное количество работы на протяжении заданного времени и с определенной эффективностью. Работоспособность зависит от уровня его тренированности, степени закрепления рабочих навыков, физического и психического состояния, выраженности

мотивации к труду и других факторов. Различают физическую и умственную работоспособность.

Физический труд оказывает более существенное влияние на функционирование сердечно-сосудистой системы. Минутный объем кровообращения (МОК) увеличивается за счет увеличения систолического объема сердца и частоты сердечных сокращений (ЧСС). Систолический объем при тяжелой физической работе возрастает в 1,5–3 раза. Физическая работоспособность является обобщенным показателем функциональных возможностей организма, когда при работе на предельной мощности обеспечиваются максимальное потребление кислорода и его транспорт к работающиммышцам.

Умственная работоспособность зависит от напряженности функционирования сенсорных систем, воспринимающих информацию, от состояния памяти, мышления, выраженности эмоций. Показатели умственной работоспособности служат интегральной характеристикой функционального состояния организма, от которого зависит умственная работоспособность.

Задание 1. Оценка работоспособности человека при выполнении работы, требующей внимания

О работоспособности человека можно судить по показателям трудовой деятельности (количество и качество выполняемых в единицу времени трудовых операций). Однако в производственных условиях на эти показатели могут влиять не зависящие от работника недостатки производства: нехватка материалов, инструментов, энергии или неудовлетворительное качество сырья и т. д. Поэтому для исследования работоспособности нередко используют показатели функционального состояния организма, характеризующие потенциальные возможности человека совершать тот или иной вид профессиональной деятельности.

Оборудование: корректурные таблицы.

Ход работы: продолжительность работы с таблицей составляет 8 минут. В течение каждой минуты испытуемый по заданию экспериментатора отыскивает в таблице разные буквы (на 1-й минуте – А, на 2-й – В и т. д.), фиксируя в памяти общее число найденных за 1 мин букв. Экспериментатор прерывает работу испытуемого в конце каждой минуты, отмечая цифрами 1, 2, 3, 4, 5, и т. д. на корректурной таблице моменты остановок и занося в тетрадь количество найденных букв за 1 мин работы. Просмотрев всю таблицу до конца, испытуемый вновь возвращается к ее началу и работает так до истечения 8 мин. Корректурный тест (таблица Анфимова) представлена на следующей странице. Полученные результаты занести в табл. 1.

Таблица 1 Результаты трудовой деятельности испытуемого

Время работы,мин	Заданная буква	Количество букв, найденных за 1 мин	Количество должных букв	Ошибка работы (разница между должным и найденнымчислом букв)	Общее количество знаков, просмотренных за 1 мин
1-я 2-я 3-я …8-я	А В Х …				

О скорости работы судят по общему числу просмотренных за 8 мин знаков. О точности судят по общему числу допущенных за 8 мин работы ошибок. Сравните работоспособность различных испытуемых.

Задание 2. Исследование умственной работоспособности человека Ход работы:

По окончании подсчитайте общееколичество просмотренных знаков S, количество вычеркнутых букв M, общее количество букв, которое необходимо было вычеркнуть в просмотренном тексте N, количество допущенных ошибокn. Вычислите коэффициент точности выполнения задания A:A = M/N.

Коэффициент умственной продуктивности P: P = AS.

Объем зрительной информации Q (бит): Q =0,5936×S,

где 0,5936 – средний объем информации, приходящийся на один знак.

Скорость переработки информации, бит/с: СПИ = (Q – 2,807×n)/T,

где 2,807 бита – потеря информации, приходящаяся на один пропущенный знак; T – время выполнения задания, с.

Устойчивость внимания: УВН = S/N.

Данные расчетов занести в табл. 2. Оцените умственный труд по данным табл. 3.

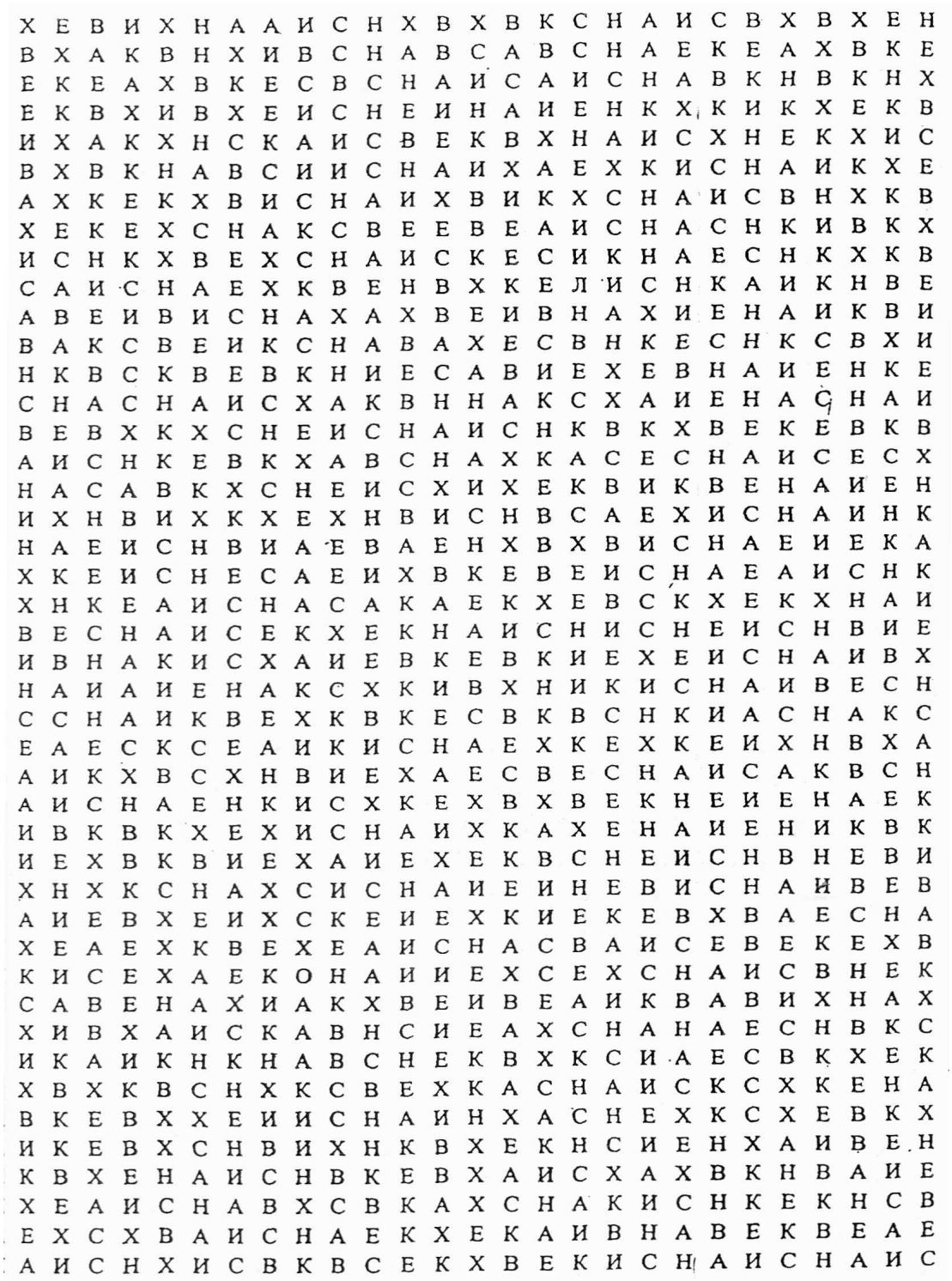
Таблица 2 Результаты корректурного теста

Данные	A	P	Q	СПИ	УВН
индивидуальные					

Таблица 3 Критерии оценки умственного труда

Оценка	Количество труда – просмотрено знаков	Количество труда – допущено ошибок
Отлично Хорошо Удовлетворительно неудовлетворительно	Более 1000 900–1000 800–900 Менее 700	2 и менее 3–5 6–10 11 и более

Корректурная таблица



Контрольные вопросы:

1. Что такое работоспособность?
2. От чего зависит работоспособность?
3. Виды работоспособности?
4. На какие системы организма оказывает влияние физический и умственный труд?

Практическая работа № 5
Количественная оценка параметров здоровья

Цель работы: получение навыков оценки физического развития человека.

Оценка состояния здоровья человека – достаточно сложный процесс, так как единого критерия, по которому можно судить о здоровье, не существует. Согласно определению Всемирной организации здравоохранения, здоровье – это состояние полного психического и физического и социального благополучия, а не только отсутствие болезней. Под физическим здоровьем принимают такое состояние, когда человек обладает совершенством саморегуляции функций организма, гармонией физиологических процессов и максимальной адаптацией к различным факторам внешней среды. Психическое здоровье предполагает отрицание болезни, ее преодоление, что должно являться «стратегией жизни человека». Под социальным здоровьем подразумевают меру социальной активности, деятельного отношения человека кмиру.

При исследовании дыхательной системы пользуются различными инструментальными методами, в том числе определением дыхательных объемов – частоты, глубины ритма дыхания, жизненной емкости легких, выносливости дыхательных мышц.

Пробы Штанге, Генчи (задержки дыхания на вдохе и выдохе) и Серкина (трехфазная задержка дыхания) характеризует устойчивость организма к недостатку кислорода. Чем продолжительнее время задержки дыхания, тем выше способность сердечно-сосудистой и дыхательных систем обеспечивать удаление из организма образующийся углекислый газ, выше их функциональные возможности. Показатели, полученные этими методами, говорят о кислородном обеспечении организма и общем уровне тренированности человека. *Выполнение задержки дыхания.* После 5-ти минут отдыха сидя сделайте 2-3 глубоких вдоха и выдоха, а затем, сделав полный вдох задержите дыхание. Нос лучше зажать пальцами. Время отмечается от момента задержки дыхания до ее прекращения.

Считается, что в норме частота сердечных сокращений должна составлять от 60 до 90 ударов в минуту в покое. Впрочем, у многих сердце бьется чаще или реже. Если сердце бьется чаще, то это называется тахикардия. «Тахи» — по-латыни значит «быстрый». Это пока еще не диагноз и не болезнь, это просто констатация факта, что сердце бьется с частотой более 90 ударов в минуту. Если сердце бьется редко, это называется брадикардия. «Бради» — это в переводе с латинского «редкий». В этом случае частота сокращений меньше 60 ударов в минуту.

Для определения пульса используют две точки - лучевую артерию на запястье и сонную артерию на горле. Наиболее точные измерения получают при определении пульса на лучевой артерии.

Обращаем ваше внимание на ряд факторов: не нажимайте очень сильно; нажимайте только на одну артерию.

Посчитайте свой пульс. Чтобы определить ЧСС в покое, посчитайте пульс в течение 60 секунд. Частота сердечных сокращений постоянно изменяется: уменьшается при выдохе и увеличивается при вдохе. Поэтому, если вы будете считать пульс в течение меньшего времени, средний показатель окажется менее точным.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) — количество воздуха, которое может быть выдохнуто после максимально глубокого вдоха. ЖЕЛ замеряют медицинским прибором – **спирометром.**Пробу повторяют с небольшими промежутками (15 сек) не менее трех раз после одного-двух пробных выдохов. Обычно фиксируется наибольшее полученное значение.

Жизненная емкость легких, помимо роста, с увеличением которого она линейно возрастает, зависит также от возраста, с увеличением которого она линейно падает, а также от пола, тренированности. Поэтому абсолютные значения ЖЕЛ мало показательны из-за больших индивидуальных различий.

При оценке величины ЖЕЛ, так же как и многих других показателей дыхания, пользуются «должными» величинами, которые получают при обработке результатов обследования здоровых людей и установлении коррелятивных связей с возрастом, ростом и другими факторами. Широко распространено определение должной величины по Anthoni, в основе которой — определение должного обмена, величина которого умножается на соответствующие коэффициенты.

Однако ЖЕЛ не корректирует с весом тела, который учитывается при определении основного обмена. Более точными являются формулы, предложенные Н.Н. Канаевым:

ДЖЕЛ = 0,52 х рост — 0,028 х возраст — 3,20 (для мужчин);

ДЖЕЛ = 0,049 х рост — 0,019 х возраст — 3,76 (для женщин).

Снижение ЖЕЛ практически может наблюдаться при различных заболеваниях легких. ЖЕЛ уменьшена при пневмонии, сморщивании легких, пластических операциях.

Причиной снижения ЖЕЛ могут быть внелегочные факторы:недостаточность левого сердца (в связи с венозным застоем в легочных капиллярах и потерей эластичности легочной тканью); недостаточность дыхательной мускулатуры.

Задание 1. Определение индекса Скибинской

Индекс Скибинской отражает функциональные резервы дыхательной и сердечно-сосудистой систем.

Исследования проводят на человеке. Ход работы: после 5-минутного отдыха сидя определите ЧСС, жизненную емкость легких (ЖЕЛ, мл, по таблице 2,3), длительность задержки дыхания (ЗД) после спокойного вдоха. Индекс Скибинской (ИС) рассчитывают по формуле: ИС = 0,01ЖЕЛхЗД / ЧСС.

Результаты занести в тетрадь протоколов опытов. Сопоставить результаты с данными в табл. 1. Сделайте вывод о функциональных возможностяхорганизма.

Таблица 1. Оценка резервов кардиореспираторной системы по индексу Скибинской

Оценка	Величина ИС
Отлично	Более 60
Хорошо	30–60
Удовлетворительно	10–29
Плохо	5–9
Очень плохо	Менее 5

Задание 2. Определение индекса функциональных изменений

Тест индекса функциональных изменений (ИФИ) разработан для оценки функциональных возможностей системы кровообращения.

Ход работы: после 5-минутного отдыха в положении сидя подсчитайте пульс (ЧСС) за 1 мин и измерьте артериальное давление ($АД_{сист}$и $АД_{диаст}$) с помощью тонометра. Определите рост (Р, см) и массу тела (МТ, кг). Полученные данные, а также возраст (В, годы) подставьте в формулу:

$$ИФИ = 0,011ЧСС + 0,014\ АД_{сист}+0,008АД_{диаст}+0,014В+0,009МТ–0,009Р–0,27$$

Оценку ИФИ осуществляют по следующей шкале.

ИФИ менее 2,6 – функциональные возможности системы кровообращения хорошие. Механизмы адаптации устойчивы: действие неблагоприятных факторов студенческого образа жизни успешно компенсируется мобилизацией внутренних резервов организма, эмпирически подобранными профилактическими мероприятиями (увлечением спорта, рациональным распределение времени на отдых, работу, адекватной организацией питания).

ИФИ, равный 2,6–3,09 – удовлетворительные функциональные возможности

системы кровообращения с умеренным напряжением механизмов регуляции. Эта категория практически здоровых людей, имеющих скрытые или нераспознанные заболевания, нуждающиеся в дополнительном обследовании. Скрытые или неясно выраженные нарушения процессов адаптации могут быть восстановлены с помощью методов нелекарственной коррекции (массаж, мышечная релаксация, дыхательная гимнастика), компенсирующих недостаточность или слабость внутреннего звена саморегуляции функций.

ИФИ, равный 3,09 – сниженные, недостаточные возможности системы кровообращения, наличие выраженных нарушений процессов адаптации. Необходима полноценная диагностика, квалифицированное лечение и индивидуальный подбор профилактических мероприятий в период ремиссии.

Полученные результаты занести в тетрадь протоколов и сопоставить с оценочными данными. Сделать вывод состоянии организма.

Таблица 2. Средняя нормальная жизненная емкость легких для мужчин (мл)

Рост, см	Масса тела (кг)										
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
160	3500	3650	3800	3950	4100	4250	4400	4550	4700	4850	5000
165	3700	3850	4000	4150	4300	4450	4600	4750	4900	5150	5200
170	3900	4150	4200	4350	4500	4650	4800	4950	5100	5350	5400
175	4100	4350	4400	4550	4700	4850	5000	5150	5300	5550	5600
180	4300	4550	4600	4750	4900	5050	5200	5350	5500	5750	5800
185	4500	4750	4800	4950	5100	5250	5400	5550	5700	5950	6000
190	4700	4950	5000	5150	5300	5450	5600	5750	5900	6050	6200

Таблица 3. Средняя нормальная жизненная емкость легких для женщин (мл)

Рост, см	Масса тела (кг)							
	50	55	60	65	70	75	80	85
150	2650	2700	2750	2850	2850	2900	2950	3000
155	2850	2900	2950	3050	3050	3100	3150	3200
160	3050	3100	3150	3250	3250	3300	3350	3400
165	3250	3300	3350	3450	3450	3500	3550	3600
170	3450	3500	3550	3650	3650	3700	3750	3800
175	3650	3700	3750	3850	3850	3900	3950	4000
180	3850	3900	3950	4050	4050	4100	4150	4200

Задание 3. Определение индивидуального уровня физического здоровья

Одним из факторов физического здоровья является физическое состояние человека. Методика определения физического здоровья (ФЗ) разработана Е. А. Пироговой, она позволяет производить экспресс-оценку уровня физического состояния (УФС) по показателям системыкровообращения.

Ход работы: после 5–10 мин отдыха в положении сидя подсчитайте пульс (ЧСС) за 1 мин и измерьте $АД_{сист}$и $АД_{диаст}$, мм рт. ст. Определите рост (Р, см), массу тела (М, кг). Полученные данные, а также возраст (В, годы) подставьте вформулу

$$ФЗ = (700–3хЧСС–2,5хАД_{диаст}+(АД_{сист}–АД_{диаст})/3–2,7хВ+0,28хМ)/(350–2,7хВ+0,21хР)$$

Рекомендации по оформлению работы.

Рассчитать УФС. Полученные данные сопоставить с оценочными данными, представленными в табл. 4. Сделать вывод о состоянии здоровья.

Таблица 4. Уровень физического здоровья

УФС	Диапазон значений
Низкий	0,375 и менее
Ниже среднего	0,376–0,525
Средний	0,526–0,675
Выше среднего	0,676–0,825
Высокий	0,823 и более

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под психическим, физическим и социальным здоровьем?
2. Какими методами пользуются при исследовании дыхательной системы?
3. О чем говорит продолжительное время задержки дыхания?
4. Что такое тахикардия и брадикардия?
5. Что такое жизненная емкость легких и от чего она зависит?

Практическая работа №6
Определение и поддержание идеальной массы тела

Цель работы: научиться с помощью формулы определять индекс массы тела, а также составить сбалансированный рацион питания.

Модифицированный индекс Брока:

- для лиц, имеющих рост (Р)165 см: **m = P – 100;**
- для лиц, имеющих рост (166 – 175) см: **m = P – 105;**
- для лиц, имеющих рост более 175 см: **m = P – 110.**

Дополнительнаякоррекциядлялиц **:**

- с нормальной грудной клеткой не вносят;
- с широкой грудной клеткой массу тела увеличивают на 10%;
- с узкой грудной клеткой массу тела уменьшают на 10%.

Индекс Кетеле (или индекс массы тела - ИМТ)

$$\text{ИМТ} = \frac{m}{P^2},$$

Где:m- массы тела в кг; Р - рост в см.

Если индекс Кетле выше 2,4 , то это состояние указывает на наличие у данного человека повышенного риска развития ишемической болезни сердца.

Таблица 1. Определение результатов

Недостаточный вес	
Выраженная худоба	ИМТ<16.00
Умеренная худоба	ИМТ 16.00-16.99
Легкая худоба	ИМТ 17.00-18.49
Нормальный вес	
I диапазон (норма ИМТ)	ИМТ 18.50-22.99
II диапазон (норма ИМТ, пред-излишний вес)	ИМТ 23.00-24.99
Излишний вес	
I диапазон (излишний вес)	ИМТ 25.00-27.49
II диапазон (пред-ожирение)	ИМТ 27.50-29.99
Ожирение	
I степень (ожирение)	ИМТ 30.00-34.99
II степень (ожирение)	ИМТ 35.00-39.99
III степень (выраженное ожирение)	ИМТ от 40.00

Составление пищевого рациона.

Рациональное питание должно полностью покрывать потребности человека в энергии, пластических веществах и способствовать сохранению здоровья, высокой трудоспособности.

Суточная потребность в:

- белках составляет 85-90 г или 1,5 г/кг массы тела;
- жирах 80 –100 г или 1,7 г/кг массы тела, из них 25-30 г растительного масла, 30-35 г сливочного масла, остальное – кулинарный жир;
- углеводов 400-500 г или 5,8 г/кг массы тела, в том числе за счет крахмала - 350-400 г, моносахаридов и дисахаридов – 50-100г, балластных веществ – до 25г.

Белки являются основным пластическим материалом, т.е. основной частью клетки. Например, в скелетных мышцах содержится 20 % белка. Белки входят в состав ферментов, катализирующих (ускоряющих) все химические реакции в организме. Они принимают участие в обеспечении большинства функций организма. Так, гемоглобин переносит O_2 и CO_2, фибриноген обуславливает свертывание крови, нуклеопротеиды обеспечивают передачу наследственных признаков. Велико значение белков в водном обмене. На белковый обмен оказывает влияние соматотропный гормон секретируемый передней долей гипофиза, гормон щитовидной железы тироксин и глюкокортикоиды коркового вещества надпочечников.

При расщеплении углеводов в пищеварительном тракте образуются простые моносахариды: глюкоза, фруктоза и галактоза, имеющие формулу $C_6H_{12}O_6$, которые всасываются из кишечника в кровь. При избыточном питании углеводы превращаются в жиры и откладываются в неограниченных количествах в жировых депо: подкожной клетчатке, сальнике и др. Всосавшиеся в кишечнике моносахарины с током крови через воротную вену попадают в печень. Здесь часть их превращается в гликоген и откладывается про запас. Кроме печени, гликоген откладывается в скелетных мышцах. Всего в запасе организма имеется около 350 г гликогена. Если в крови, например, во время работы или голодания понижается уровень сахара, в ответ происходит расщепление гликогена в печени и поступление его в кровь. Процесс образования и отложения гликогена регулируется гормоном поджелудочной железы инсулином. Процесс расщепления гликогена происходит под влиянием второго гормона поджелудочной железы – глюкагона.

Жир в организме играет пластическую и энергетическую роль. При окислении 1г жира выделяется 9,3 ккал тепла, т.е. а 2,2 раза больше, чем при окислении 1г углеводов или белка. Как пластический материал он входит в состав оболочки и цитоплазмы клеток. Часть

жиров накапливаются в клетках жировой ткани как запасной жир, количество которого составляет 10-30 % от массы тела, а при нарушении обмена веществ может достигать огромных величин. Обмен жиров тесно связан с обменом белков и углеводов. Например, при избыточном поступлении белков и углеводородов в организм они могут превращаться в жиры. В условиях голодания из жиров образуются углеводы, которые используются как энергетический материал. В регуляции жирового обмена существенную роль играют центральная нервная система, а также многие железы внутренней секреции (половые и щитовидная железы, гипофиз, надпочечники).

Обмен веществ

Для определения потребности человека в питательных веществах изучают его обмен веществ. Это имеет большое значение, так как часть населения (в армии, детских учреждениях, санаториях, домах отдыха, больницах) находится на государственном обеспечении и должны получать необходимые продукты, чтобы быть здоровой, обладать высокой работоспособностью, высокой сопротивляемостью к инфекциям и изменяющимися условиям внешней среды.

Метод Шатерникова позволяет определить за сутки объем потребляемого O_2, выделенных CO_2 и N_2 (с мочей). По этим данным можно рассчитать расход белков, жиров и углеводов.

Физиологические нормы питания

Питательные вещества, г	Категория труда				
	1	2	3	4	5
Белки	91	90	96	102	118
Жиры	103	110	117	136	158
Углеводы	378	412	440	518	602
Расход энергии, ккал	2800	3000	3200	3700	4300

Определив категорию труда возможно составить примерный рацион питания трудящегося, используя следующие таблицы.

Химический состав и питательная ценность продуктов

Наименование продукта	Процентное отношение			Количество калорий на 100 г продукта
	Белков	Жиров	Углеводов	

Телятина жирная не жирная	16,1	7,0		131
	16,9	0,5		74
Говядина	16,1	10,5		164
Баранина	15,0	17,1		220
Свинина мороженная	14,4	21,0		234
Курица	17,2	12,3		185
Гуси	17,2	12,3		185
Цыплята п/потрошен.	17,4	9,9		163
Курийнное яйцо	10,8		0,3	127
Белок яйца	10,6		0,5	43
Желток яйца	14,6	29,3	0,5	332
Осетрина	13,8	10,2		151
Щука	15,9	0,6		71
Фасоль	19,2	12,2	50,3	303
Горох	19,4	2,2	49,8	304
Рис	6,3	0,9	71,1	326
Хлеб ржаной				170
Хлеб пшеничный	6,7	0,7	50,3	240
Арбуз	0.2		4.6	20
Кабачки	0,3		2,4	11
Капуста	1,2		4,1	22
Квашенная капуста	0,7		2,2	12
Огурцы	0,7		2,7	14
Редька	0,8		3,0	15
Картофель	1.2		14,0	62
Картофель отварной				82
Помидоры	0,4		3,4	15
Виноград	0,3		14,2	59
Виноградный сок				71

Сушеный виноград	1,3		61	225
Вишня	0,6		9,2	40
Яблоки	0,2		9,5	40
Черешня	0,8		10,6	47
Сливы	1,4		46,6	197
Грибы свежие	3,5	0,4	2,2	27
Орехи	6,8	24,9	3,7	275
Томат-пюре	3,0		11,3	50
Пчелиный мед	0,3		77,7	320
Сахар				379
1 чайная ложка (8 г)				30,3
Молоко				59
0,5 литра				295
Сыр российский				371
Смалец	1,6	82,1		770
Подсолнечное масло		93,9		873
Сливочное масло	0,4	78,5	0,5	734

Витамины

Витамин	Влияние на организм и суточная потребность, мг/кг	Продукты питания содержащие витамин
А	Витамин роста. Принимает участие в окислительно-восстановительных процессах. Недостаток вызывает заболевание глаз (куриная слепота –человек не видит в сумерках и при слабом свете), снижает устойчивость к инфекционным заболеваниям. 0,02	Морковь, сливочное масло, молоко, абрикосы, помидоры, сладкий перец, рыбий жир, печень трески и палтуса, молодые побеги сосновых

B_1	**Входит в состав ферментов, участвующих в углеводном, жировом и белковом обмене. Деятельность коры головного мозга. Недостаток вызывает паралич конечностей (заболевание бери-бери). 0,4**	Пивные дрожжи, бобы, желток яйца, грецкий орех, говяжья печень, рисовые отруби, пшеница, свинина
B_2	Катализирует окислительно - восстановительные процессы. Необходим для цветового зрения и процессов кроветворения. При его недостатке нарушается обмен веществ, возникают поражения кожи, роговицы глаз, задержке роста. 0,05	Молоко, сыр, печень, сердце, пшеничные дрожжи, яйца, помидоры, шпинат, пивные дрожи
B_6	Уменьшает накопление холестерина на стенках артерий, подавляет деятельность рвотного центра. Необходим для функционирования ЦНС, печени, кожи, кровеносных органов. Нехватка - утрата аппетита, сонливость, появляется тошнота. 0,04	Печень, почки, дрожжи, бобовые, яичный желток, рисовые отруби
B_{12}	Мощный антианемический фактор. Необходим для оптимизации функции ЦНС и периферической нервной системы. 0,004	Мясо крупного рогатого скота, печень рыб, рогатого скота и цыплят, икра, творог, молоко
B_{15}	Устраняет явление кислородной недостаточности, ускоряет окисление алкоголя	Семена большинства растений
B_3 (PP)	Участвует в клеточном дыхании, в образовании гормонов надпочечников, снижает содержание холестерина в крови. Улучшает функциональную активность печени, желудочно-кишечного тракта, кожи. Недостаток ведет к нарушению психики. 0,5	Дрожжи, рисовые отруби, арахис, бобовые, молоко, печень, почки, сердце, пшеница, ячмень, молодые побеги сосновых, мясо.
C	Необходим для синтеза структур соединительных тканей, участник окисления холестерина, синтеза ряда гормонов, участник иммуногенеза, антиокислитель. Снижает действие патогенных микроорганизмов (грипп, и др. простудные заболевания). Отсутствие вызывает цингу, хрупкость костей, авитаминоз. 1,2	Лимоны, апельсины, салат, лук, помидоры, черная смородина, капуста, перец, укроп, морковь, свекла, шиповник, хвоя сосны и пихты, незрелые грецкие орехи.
P	Уменьшает проницаемость и усиливает действие витамина С и способствует его накапливанию в организме. Уменьшает хрупкость капилляров. 0,9	Лимоны, апельсины, черная смородина, вишня, чайный лист, гречневая крупа, черноплодная рябина, шиповник.

D	Играет роль в обмене Са и Р. При недостатке развивается рахит. Запаздывается появление у детей первых зубов. 0,005	Рыбий жир, яйца, коровье молоко, загорание под ультрафиолетовыми лампами
E	Играет роль в размножении, участвует в окислительно-восстановительных реакциях. Поддерживает мышечную активность. 0,4	Салат, петрушка, растительное масло, кукуруза, овсяная мука.
K	При К – авитаминозе нарушается свертываемость крови в результате понижения выработки в печени протромбина, наблюдаются кровоизлияния. 0,04	Зеленые листья шпината, салата, капуста, крапива, томаты, рябина, печень.

Контрольные вопросы:

1. Что такое индекс массы тела?
2. Для чего определяется ИМТ?
3. Что такое сбалансированный рацион?

Практическая работа №7
Определение артериального давления

Цель работы: Ознакомиться с методикой измерения кровяного (артериального) давления у человека по способу Короткова и научиться его определять у человека.

Артериальное давление – это давление крови в крупных артериях человека.

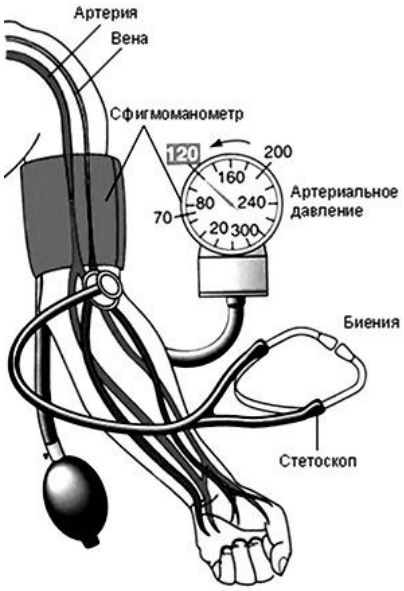


Рис. 1. Схема измерения артериального давления у человека по методу Короткова

Артериальное давление измеряется в миллиметрах ртутного столба, сокращенно мм рт. ст. Значение величины артериального давления 120/80 означает, что величина систолического давления равна 120мм рт ст., а величина диастолического артериального давления равна 80мм рт.ст.

Различают два показателя артериального давления:

• систолическое (верхнее) артериальное давление (СД) – это уровень давления крови в момент максимального сокращения сердца, характеризует состояние миокарда левого желудочка и равняется 100–120 мм рт. ст.

• диастолическое (нижнее) артериальное давление (ДД) – это уровень давления крови в момент максимального расслабления сердца, характеризует степень тонуса артериальных стенок и равняется 50–80 мм рт. ст.

Разность между величинами систолического и диастолического давлений называется пульсовым давлением (ПД). Оно показывает, насколько систолическое давление превышает диастолическое, что необходимо для открытия полулунного клапана аорты во время систолы. В норме пульсовое давление равно 35–55 мм рт. ст. Только при таких условиях во время систолы левого желудочка клапан открывается полностью, и кровь поступает в большой круг кровообращения. Если систолическое давление станет равным диастолическому, движение крови будет невозможным и наступит смерть. Повышение давления на каждые 10мм рт. ст. увеличивает риск развития сердечнососудистых заболеваний на 30%.

Величина кровяного давления зависит от трех основных факторов:

– частоты и силы сердечных сокращений;

– величины периферического сопротивления, т.е. тонуса стенок сосудов, главным образом, артериол и венул;

– объема циркулирующей крови.

Артериальное давление здорового человека является величиной довольно постоянной, однако оно всегда подвергается небольшим колебаниям в зависимости от фаз деятельности сердца и дыхания. Кровопотери ведут к снижению кровяного давления, а переливание большого количества крови повышает артериальное давление. Величина давления зависит от возраста. У детей артериальное давление ниже, чем у взрослых, потому что стенки сосудов более эластичны.

Методы измерения артериального давления

Для измерения артериального давления в настоящее время используют прямой и косвенный методы:

Косвенный метод Короткова – был разработан русским хирургом Н. С. Коротковым в 1905 году и позволяет измерять артериальное давление очень простым прибором. Метод Короткова основан на измерении той величины давления, которая необходима для полного сжатия артерии и прекращения в ней тока крови.

Описание приборов:

Для измерения артериального давления методом Короткова применяются механические (рис.1) и электронные измерители со световой и цифровой индикацией. Механические измерители состоят из механического манометра, манжеты с грушей и фонендоскопа. Данные приборы в основном используются в профессиональной медицине, так как без специального обучения можно допустить погрешности в определении показателей.

Для домашнего использования наиболее подходят электронные измерители. Они бывают полуавтоматические (рис. 2, *а*) и автоматические (рис. 2, *б*). Их применение не требует никакого предварительного обучения и при соблюдении простых методических рекомендаций позволяет получить точные данные артериального давления путем нажатия одной кнопки. Принцип их действия основан на регистрации прибором пульсаций давления воздуха, возникающих в манжете, при прохождении крови через сдавленный участок артерии.

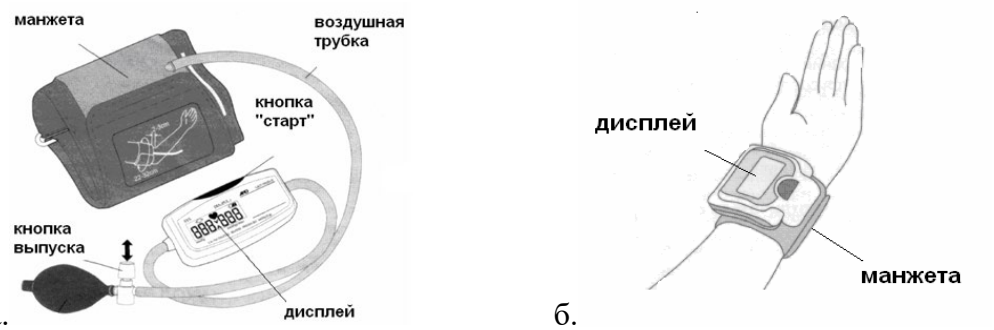


Рис. 2. Прибор для измерения артериального давления: (а) полуавтоматический, (б) автоматический

Для работы необходимы: тонометр, фонендоскоп, испытуемый.

Ход работы:

1. Вымойте руки.
2. Обработайте мембрану фонендоскопа 70%-ным спиртом двукратным протиранием.
3. Положите правильно руку пациента: в разогнутом положении ладонью вверх, мышцы расслаблены.

4. Наложите манжетку на обнаженное плечо пациента на 2–3 см выше локтевого сгиба; одежда не должна сдавливать плечо выше манжетки; закрепите манжетку так плотно, чтобы между ней и плечом проходил только один палец.

5. Соедините манометр с манжеткой. Проверьте положение стрелки манометра относительно нулевой отметки шкалы.

6. Нащупайте пульс в области локтевой ямки и поставьте на это место фонендоскоп.

7. Закройте вентиль на груше и накачивайте в манжетку воздух: нагнетайте воздух, пока давление в манжетке по показаниям манометра не превысит на 25–30 мм рт. ст. уровень, при котором перестала определяться пульсация артерии.

8. Откройте вентиль и медленно выпускайте воздух из манжетки. Одновременно фонендоскопом выслушивайте тоны и следите за показаниями шкалы манометра.

9. Отметьте величину систолического давления при появлении над плечевой артерией первых отчетливых звуков.

10. Отметьте величину диастолического давления, которая соответствует моменту полного исчезновения тонов.

11. Запишите данные измерения артериального давления в виде дроби (в числителе – систолическое давление, а в знаменателе – диастолическое), например, 120/75 мм рт.ст.

Запомните! Артериальное давление нужно измерять два – три раза на обеих руках с промежутками в 1–2 минуты, достоверным артериальным давлением считать наименьший результат. Воздух из манжетки надо выпускать каждый раз полностью.

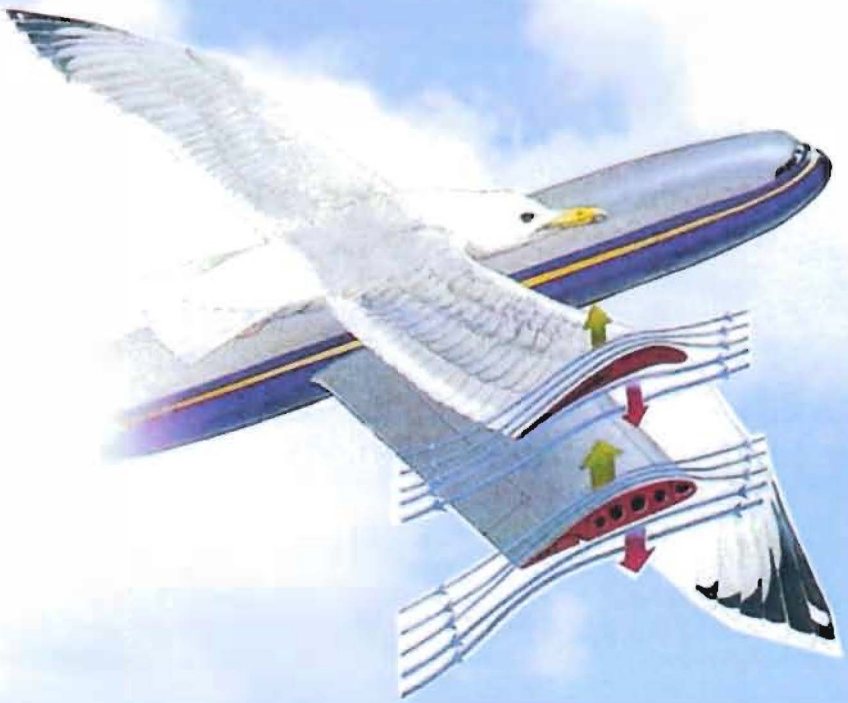
Контрольные вопросы:

1. Дайте определение давления.
2. Что такое систолическое и диастолическое давление?
3. Какие методики определения артериального давления существуют?
4. Какие тонометры существуют?
5. Опишите порядок действий при определении артериального давления при помощи механического тонометра.
6. Опишите порядок действий при определении артериального давления при помощи полуавтоматического тонометра.
7. Опишите порядок действий при определении артериального давления при помощи автоматического тонометра.

Копачев В. Ф.

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

Учебное пособие



Екатеринбург - 2022

Министерство образования и науки РФ
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 проектирование 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^3:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Удельный вес – сила тяжести жидкости в единице объема, Н/м^3:

$$\gamma = \frac{G}{V}.$$

Связь между удельным весом и плотностью выражается зависимостью:

$$\gamma = \rho g. \qquad (1.1)$$

Сжимаемость – это свойство жидкостей изменять объем и плотность, при изменении давления или температуры.

Для количественной оценки происходящих изменений используются коэффициенты:

- объемного сжатия $$\beta_p = -\frac{\Delta W}{W \Delta p}, \qquad (1.2)$$

- температурного расширения $$\beta_T = -\frac{\Delta W}{W \Delta T}, \qquad (1.3)$$

которые показывают относительное изменение ΔW первоначального объема W при изменении давления Δp (на одну единицу) или изменении температуры ΔT (на одну единицу), при одновременном изменении давления и температуры. Относительное изменение объема можно определить следующим образом:

$$\frac{\Delta W}{W} = \beta_p \Delta p + \beta_T \Delta T. \qquad (1.4)$$

Коэффициент объемного сжатия – величина, обратная *модулю упругости* жидкости E:

$$\beta_p = \frac{1}{E}. \qquad (1.5)$$

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:

$$\rho_p = \frac{\rho_0}{1+\beta_p \Delta p}. \qquad (1.6)$$

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:

$$T = \pm \mu A \frac{du}{dn}, \qquad (1.7)$$

где μ – динамический коэффициент вязкости жидкости; A – площадь поверхности трущихся слоев; $\frac{du}{dn}$ – градиент скорости в направлении нормали.

Коэффициент кинематической вязкости ν – отношение динамической вязкости к плотности:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}.$$

Единица измерения динамического коэффициента вязкости μ 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 [м^2/с], внесистемная единица (историческая) – стокс [Ст]: 1 Ст = 1 см^2/с = 10^{-4} м^2/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:

$$h = \frac{2\sigma \cdot \cos\theta}{\rho g r}, \qquad (1.8)$$

где σ – коэффициент поверхностного натяжения; θ – краевой угол; *r* – радиус трубки.

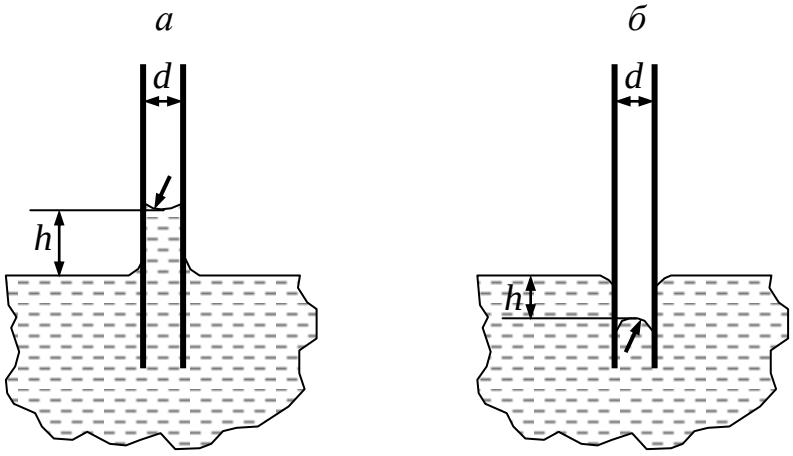


Рис. 1.1. Капиллярный подъем и опускание жидкости

Идеальная жидкость – это сплошная условная среда, обладающая текучестью, которая характеризуется:

- абсолютной неизменяемостью объема (ρ = const);
- полным отсутствием вязкости (μ = 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:

$$p = p_0 + \rho g h. \qquad (1.9)$$

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 ($p_0 = p_а$), то у давления p следует поставить индекс «абс» и считать его абсолютным давлением:

$$p_{абс} = p_а + \rho g h. \qquad (1.10)$$

Если абсолютное давление больше атмосферного, то давление, *превышающее* атмосферное, называется *манометрическим*, или *избыточным*.

Манометрическое давление в открытом резервуаре на глубине h:

$$p_{ман} = \rho g h. \qquad (1.11)$$

Давление, *недостающее* до атмосферного, называется *вакуумметрическим*:

$$p_{вак} = p_а - p_{абс}. \qquad (1.12)$$

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 ($\rho g h$) соответствует давлению (p) в покоящейся жидкости.

1.2. Единицы измерения давления

Система СИ: Н/м^2 = Па; 10^3 Па = кПа; 10^6 Па = МПа; бар = 10^5 Па.

Техническая система: 1 кгс/см^2 = 1 ат; кгс/м^2.

Внесистемные единицы измерения: мм рт. ст.; м вод. ст.; мм вод. ст.

Перевод единиц измерения давления:

1 ат = 1 кгс/см^2 = 10^4 кгс/м^2 = 9,8 · 10^4 Н/м^2 = 98 кПа;

1 ат = 735,6 мм рт. ст.

1 ат = 10 м вод. ст.

1 мм рт. ст. = 133,3 Па.

1.3. Гидростатический закон распределения давления

Гидростатический закон распределения давления:

$$\frac{p}{\rho g} + z = \text{const}. \qquad (1.13)$$

Гидростатический напор для всех точек жидкости, находящейся в равновесии, есть *величина постоянная*.

Уравнение (1.13) может быть представлено в виде:

$$\frac{p}{\rho g} + z = H_{\text{ст}} = \text{const}, \qquad (1.14)$$

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 несмешивающимися 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:

$$p_{01} + \rho_1 g h_1 = p_{02} + \rho_2 g h_2. \qquad (1.15)$$

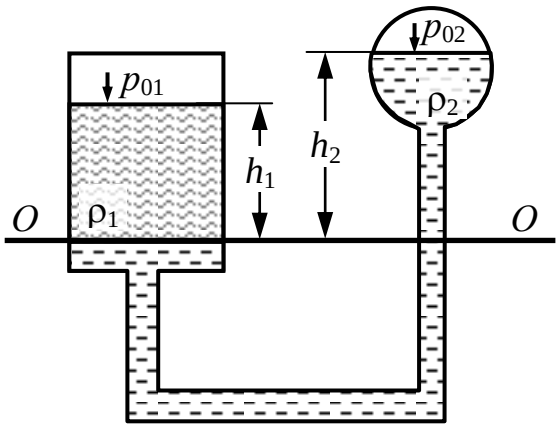


Рис. 1.2. Сообщающиеся сосуды

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 α к горизонту. С левой стороны стенка испытывает воздействие жидкости.

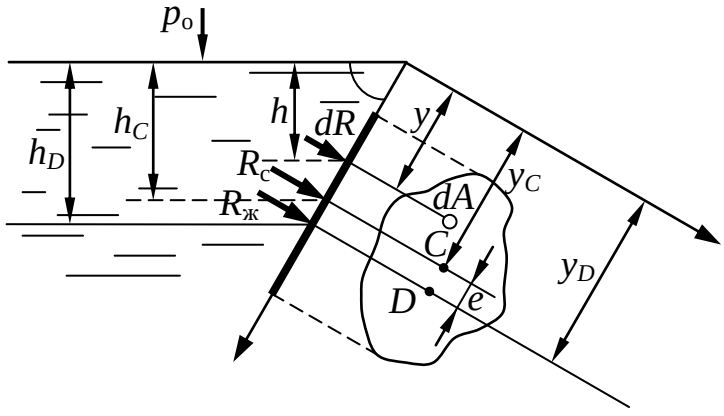


Рис. 1.3. К определению силы давления жидкости на плоскость

Глубины h, на которых расположены точки, связаны с координатами y соотношениями $h = y\sin\alpha$. Формула для определения величины силы давления:

$$R_{абс} = p_o A + \rho g \cdot \sin\alpha \cdot y_C A.$$

где $y_C A$ – статический момент плоской фигуры, где y_C – координата центра тяжести фигуры (т. *C*) (см. рис. 1.3).

Окончательно получим:

$$R_{\text{абс}} = p_{\text{абс}C}A, \qquad (1.16)$$

где $p_{\text{абс}C} = p_0 + \rho g h_C$ – абсолютное давление на уровне центра тяжести плоской стенки.

Силу абсолютного давления можно представить как сумму двух сил давления:

$$R_{\text{абс}} = R_0 + R_{\text{ж}}, \qquad (1.17)$$

где $R_0 = p_0 A$ – сила поверхностного давления; $R_{\text{ж}} = \rho g h_C A$ – сила давления самой жидкости.

В соответствии с этим формулу (1.16) можно представить в более универсальном виде:

$$R = p_C A. \qquad (1.18)$$

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 $\rho g h$ 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:

$$y_D = y_C + \frac{I_C}{y_C A}, \qquad (1.19)$$

где I_C – момент инерции относительно *центральной* оси, проходящей параллельно оси x через центр тяжести C фигуры; $\frac{I_C}{y_C A} = e$ – эксцентриситет давления; y_C – расстояние между центром тяжести фигуры и осью x.

Глубина погружения центра давления:

$$h_D = h_C + \frac{I_C \sin^2 \alpha}{h_C A}.$$

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* – $p_B = \rho g H$.

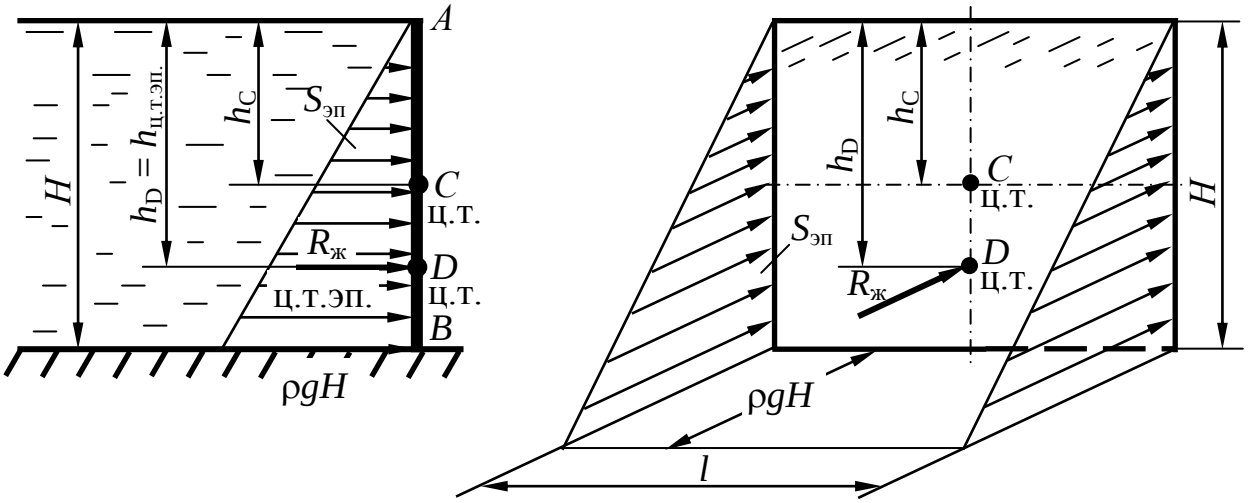


Рис. 1.4. Эпюра гидростатического давления

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:

$$R_{ж} = V_{приз} = S_{эп} l = \frac{\rho g H^2}{2} l, \qquad (1.20)$$

где $S_{эп}$ – площадь эпюры давления в виде треугольника.

Центр тяжести эпюры располагается на расстоянии $2/3H$ (центр тяжести треугольника):

$$h_{\text{ц.т.эп}} = 2/3H. \qquad (1.21)$$

Вывод: *графоаналитическая сила давления жидкости на прямоугольные поверхности равна произведению площади эпюры гидростатического давления на длину (или ширину) плоской стенки и проходит через центр тяжести эпюры давления*:

$$R_{\text{ж}} = S_{\text{эп}}l; \quad h_D = h_{\text{ц.т.эп}}. \qquad (1.22)$$

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).

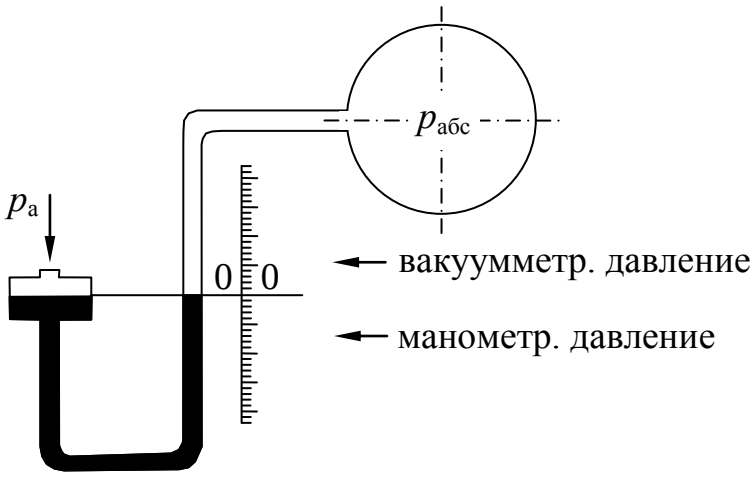


Рис. 1.5. Схема к задаче 1.1

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 ($h_{рт_1}$), указать положение отсчета от 0-0 шкалы при давлении $p_{абс_1}$ (ат) и атмосферном давлении $p_а$ (мм рт. ст.).

2. При том же значении атмосферного давления и давлении $p_{абс_2}$ (ат) рассчитать показание мановакуумметра ($h_{рт_2}$), указать положение отсчета от 0-0 шкалы.

Данные выбрать в соответствии с вариантом из табл. 1.1.

Таблица 1.1

Вариант	$p_{абс_1}$, ат	$p_а$, мм. рт. ст.	$p_{абс_2}$, ат	Вариант	$p_{абс_1}$, ат	$p_а$, мм. рт. ст.	$p_{абс_2}$, 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).

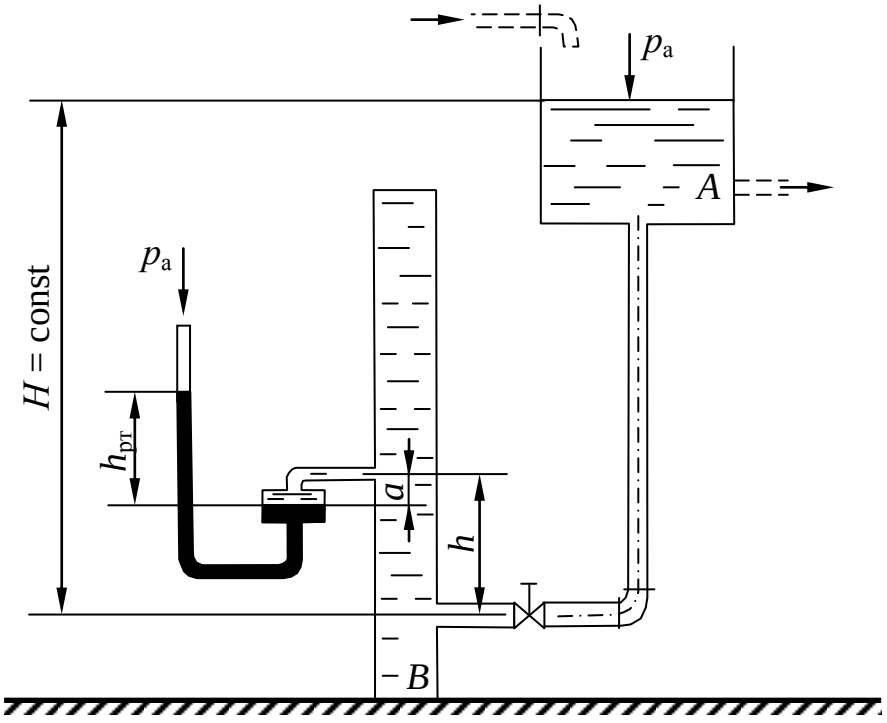


Рис. 1.6. Схема к задаче 1.2

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 $\rho = 10^3$ кг/м^3; ртути $\rho_{рт} = 13{,}6 \cdot 10^3$ 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 $\rho_{бенз} = 750$ 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.

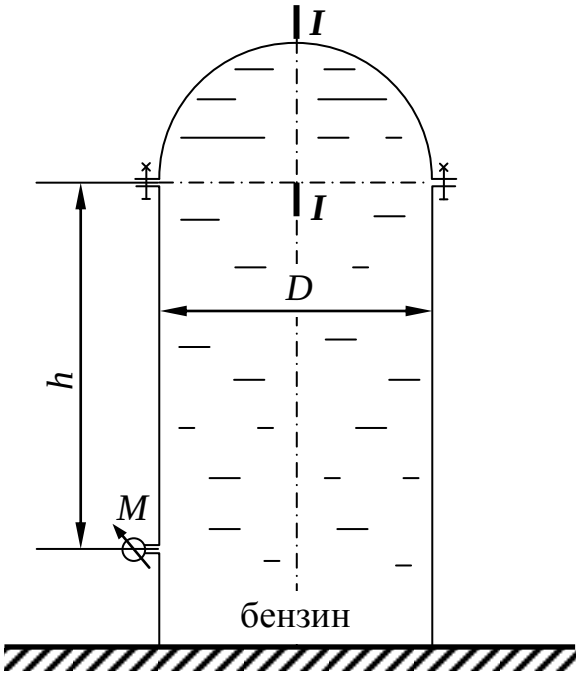


Рис. 1.7. Схема к задаче 1.3

Таблица 1.3

Вариант	D, м	h, м	$p_{ман}$, ат	Вариант	D, м	h, м	$p_{ман}$, 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 α (°С). 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 $\rho = 10^3$ кг/м^3.

Данные выбрать в соответствии с вариантом из табл. 1.4.

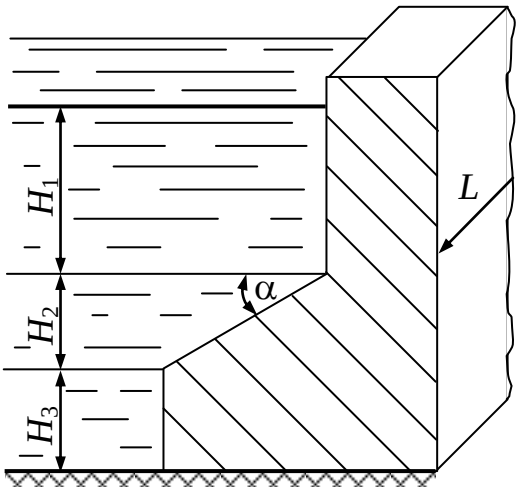


Рис. 1.8. Схема к задаче 1.4

Таблица 1.4

Вариант	L, м	α, °С	H_1, м	H_2, м	H_3, м	Вариант	L, м	α, °С	H_1, м	H_2, м	H_3, 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 ($h_{\text{рт}_1}$), указать положение отсчета от 0-0 шкалы при давлении $p_{\text{абс}_1}$ = 1,26 ат и атмосферном давлении $p_{\text{а}}$ = 750 мм рт. ст.

2. При том же значении атмосферного давления и давлении $p_{\text{абс}_2}$ = 0,90 ат рассчитать показание мановакуумметра ($h_{\text{рт}_2}$), 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:

$$h_{\text{рт}} = \frac{p_{\text{абс}}}{\rho_{\text{рт}} g} - p_{\text{а}}.$$

1. Переводя ат в Па и учитывая, что давление в сосуде больше атмосферного ($p_{\text{абс}_1}$ > 1 ат), определяем показания мановакуумметра в мм рт. ст.

$$h_{\text{рт}_1} = \frac{p_{\text{абс}_1}}{\rho_{\text{рт}} g} \cdot 1000 - p_{\text{а}};$$

$$h_{\text{рт}_1} = \frac{1{,}26 \cdot 98000}{13600 \cdot 9{,}8} \cdot 1000 - 750 = 176 \text{ мм рт. ст.}$$

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 ($p_{\text{абс}_2}$ < 1 ат):

$$h_{\text{рт}_2} = p_{\text{а}} - \frac{p_{\text{абс}_2}}{\rho_{\text{рт}} g} \cdot 1000;$$

$$h_{\text{рт}_2} = 750 - \frac{0{,}90 \cdot 98000}{13600 \cdot 9{,}8} \cdot 1000 = 88 \text{ мм рт. ст.}$$

Давление вакуумметрическое, отсчет от 0-0 шкалы показан на рис. 1.9, *б*.

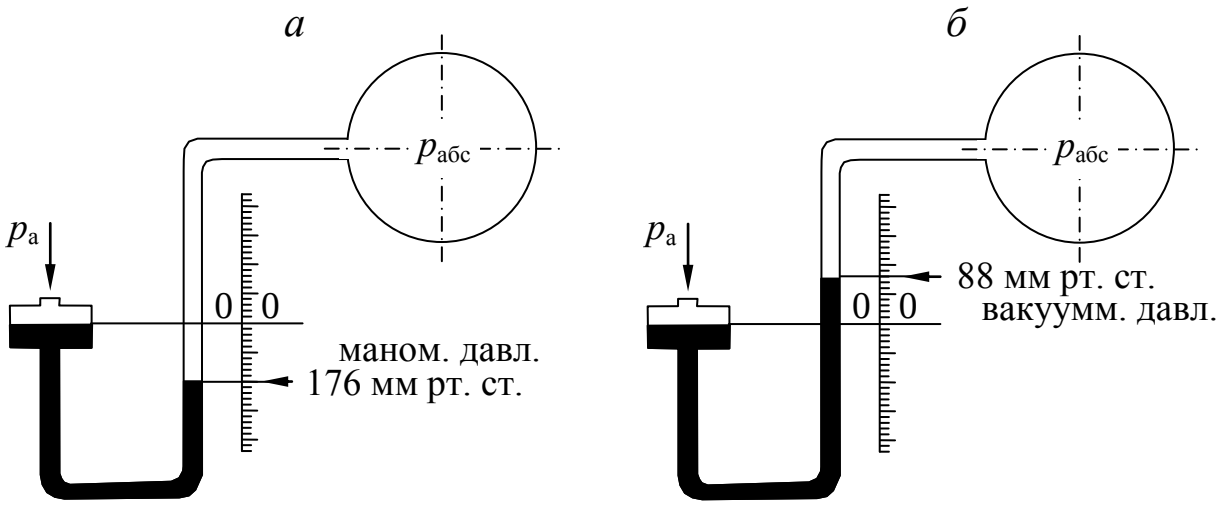


Рис. 1.9. Показания мановакуумметра для примера 1

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).

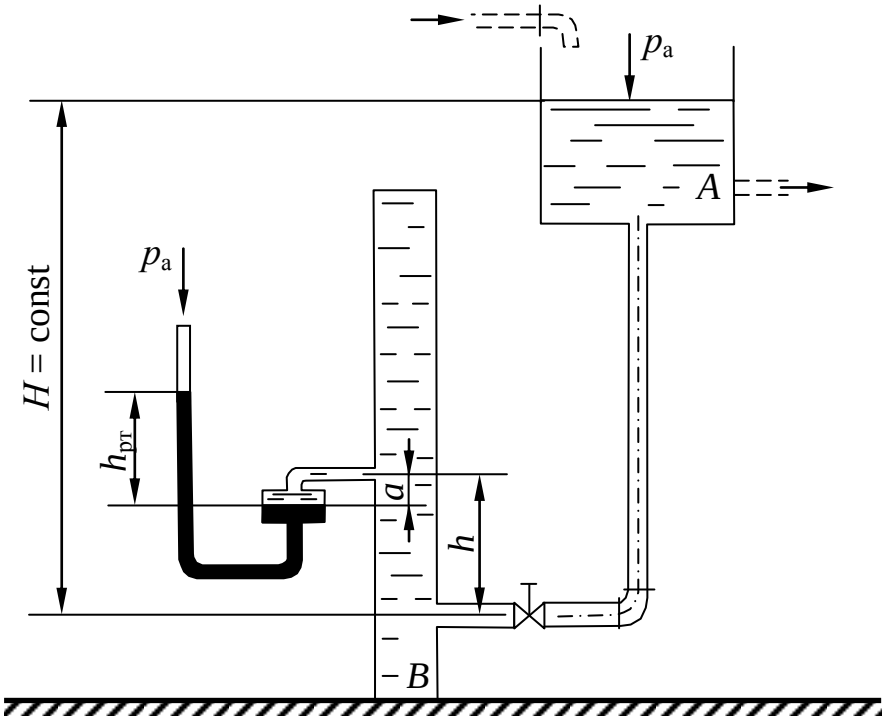


Рис. 1.10. Схема к задаче 1.2

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^3; ртути $\rho_{рт} = 13{,}6 \cdot 10^3$ кг/м^3.

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:

$$H = h - a + \frac{\rho_{рт} h_{рт}}{\rho}. \qquad (1.23)$$

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).

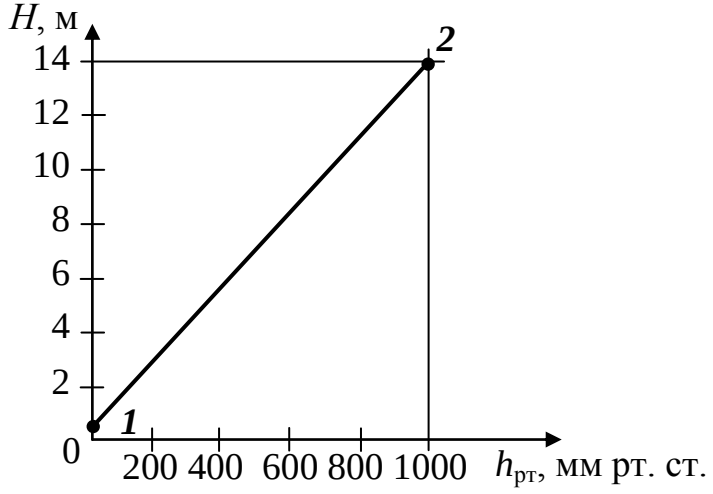


Рис. 1.11. Графическая зависимость $H = f(h_{рт})$ к примеру 2

Пример 3. К резервуару (рис. 1.12), заполненному бензином плотностью $\rho_{\text{бенз.}} = 700$ кг/м^3, присоединен *U*-образный ртутный манометр, показание которого $h_{\text{рт}} = 0{,}1$ м; уровень масла над ртутью $h_{\text{м}} = 0{,}2$ 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 $h_{\text{р}}$ при условии, что $h = 0{,}75$ м; $a = 0{,}15$ м; $H = 1{,}1$ м; принять плотность ртути $\rho_{\text{рт}} = 13{,}6 \cdot 10^3$ кг/м^3; плотность масла $\rho_{\text{мас}} = 820$ кг/м^3.

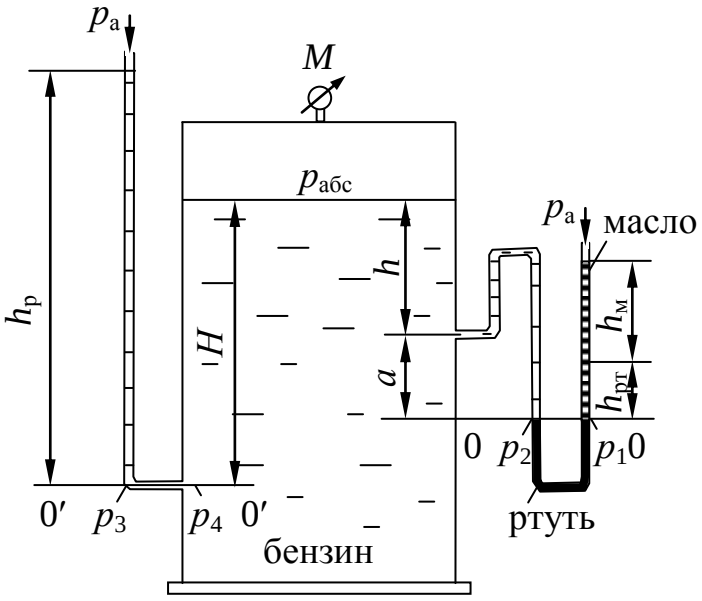


Рис. 1.12. Схема к примеру 1

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:

$$p_1 = p_2;$$

$$p_1 = p_{\text{а}} + \rho_{\text{мас}} g h_{\text{м}} + \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт}};$$

$$p_2 = p_{\text{абс}} + \rho_{\text{бенз}} g (h + a).$$

Приравняем давление в правом и левом колене *U*-образного манометра:

$$p_{\text{а}} + \rho_{\text{мас}} g h_{\text{м}} + \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт}} = p_{\text{абс}} + \rho_{\text{бенз}} g (h + a);$$

$$p_{\text{абс}} = p_{\text{а}} + \rho_{\text{мас}} g h_{\text{м}} + \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт}} - \rho_{\text{бенз}} g (h + a).$$

Принимая атмосферное давление $p_а = 98 \cdot 10^3$ Па = 98 кПа, получим:

$$p_{абс} = 98 \cdot 10^3 + 820 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}2 + 13{,}6 \cdot 10^3 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}1 - 700 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}9 = 106{,}76 \cdot 10^3 \text{ Па}.$$

Показание манометра, установленного на крышке бака:

$p_{ман} = p_{абс} - p_а = \rho_{мас} g h_м + \rho_{рт} g h_{рт} - \rho_{бенз} g(h + a) = 8{,}76$ кПа = 0,089 ат.

Для определения высоты бензина в пьезометрической трубке $h_р$ составим условие равновесия жидкости относительно *плоскости уровня* 0-0′. Для плоскости 0′-0′ запишем равенство давлений $p_3 = p_4$:

$$\rho_{бенз} g h_р = p_{ман} + \rho_{бенз} g H,$$

отсюда

$$h_р = \frac{p_{ман}}{\rho_{бенз} g} + H = 2{,}38 \text{ м}.$$

Ответ: $p_{абс} = 106{,}76 \cdot 10^3$ Па = 106,76 кПа; $p_{ман} = 8{,}76$ кПа; $h_р = 2{,}38$ м.

Пример 4. Квадратный затвор *AB* со стороной $a = 1{,}2$ 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 0,1*a* от нижнего края затвора, чтобы удерживать затвор в закрытом положении при глубине воды перед затвором $h = 1{,}5$ м. Задачу решить аналитическим и графоаналитическим методами.

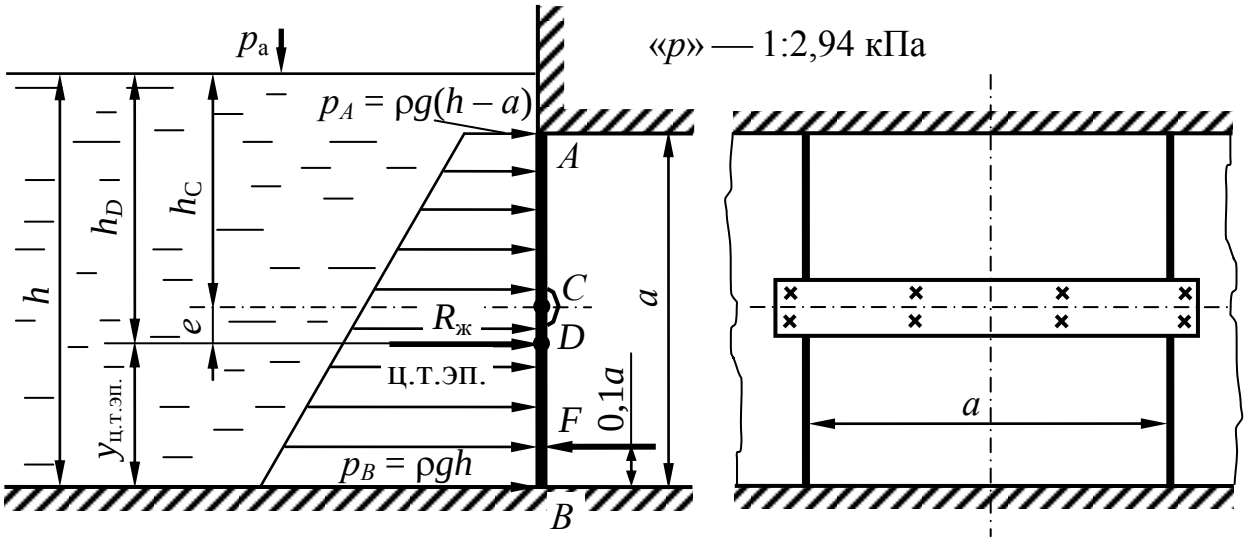


Рис. 1.13. Схема к примеру 2

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:

$$R_{ж} = \rho g h_C A,$$

где A – площадь затвора: $A = a^2 = 1{,}44$ м^2; h_C – глубина погружения центра тяжести затвора: $h_C = h - \frac{a}{2} = 0{,}9$ м; покажем h_C на чертеже.

$$R_{ж} = 10^3 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}44 = 12{,}7 \cdot 10^3 \text{ Н} = 12{,}7 \text{ кН}.$$

б) Определим глубину погружения центра давления h_D, т. е. точки приложения силы давления $R_{ж}$:

$$h_D = h_C + \frac{I_C \sin^2 \alpha}{h_C A},$$

где $\alpha = 90°$; $\sin\alpha = 1{,}0$; 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:

$$h_D = h_C + \frac{a^2}{12 h_C}; \quad h_D = 0{,}9 + 0{,}13 = 1{,}03 \text{ м}.$$

Эксцентриситет $e = 0{,}13$ м.

Покажем на чертеже h_D, e и силу $R_{ж}$, 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:

$$\Sigma M_C = 0; \quad R_{ж} e - F \cdot 0{,}4a = 0, \quad \text{отсюда } F = 3{,}44 \text{ кН}.$$

2. *Графоаналитический метод* расчета силы давления воды $R_{ж}$ и глубины погружения центра давления h_D.

а) Определим давление воды в точках A и B:

$p_A = \rho g(h - a)$; $p_A = 10^3 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}3 = 2{,}94 \cdot 10^3$ Па = 2,94 кПа;
$p_B = \rho g h$; $p_B = 10^3 \cdot 9{,}8 \cdot 1{,}5 = 14{,}7$ кПа.

б) Строим эпюру гидростатического давления воды: в любом выбранном масштабе по нормали к стенке откладываем величину давления pA и pB, 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 $R_ж$:

$$R_ж = S_{эп} a;$$

$$S_{эп} = S_{трап} = \frac{p_A + p_B}{2} a = \frac{\rho g(h-a) + \rho g h}{2} a.$$

После подстановки данных: $S_{эп}$ = 10,6 кПа·м; $R_ж$ = 12,7 кН.

г) Определим положение центра давления. Согласно графоаналитическому методу, сила давления жидкости *проходит через центр тяжести эпюры гидростатического давления*: $h_D = h_{ц.т.эп}$. Положение центра тяжести эпюры в виде трапеции определяется по табл. I (см. приложения):

$$y_{ц.т.эп} = \frac{a(2p_A + p_B)}{3(p_A + p_B)} = 0{,}47 \text{ м}.$$

Согласно чертежу, глубина погружения центра давления h_D:

$$h_D = h - y_{ц.т.эп} = 1{,}5 - 0{,}47 = 1{,}03 \text{ м}.$$

Ответ: сила F = 3,44 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 (ω) – 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*).



$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \pi r^2 \qquad \omega = bh$$

Рис. 2.1. Живое сечение для круглой трубы (*а*) и для открытого русла (*б*)

Смоченный периметр (χ) – 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:

$$R = \frac{\omega}{\chi}. \qquad (2.1)$$

Для напорного потока в круглой трубе (см. рис. 2.1, *а*) гидравлический радиус:

$$R = \frac{\pi d^2}{4\pi d} = \frac{d}{4} = \frac{r}{2};\ \text{откуда } d = 4R, \qquad (2.2)$$

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^3/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:

$$Q = v\omega. \qquad (2.3)$$

В случае, если плотность жидкости – величина постоянная (ρ = 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:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}; \qquad (2.4)$$

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:

$$z + \frac{p}{\rho g} + \frac{u^2}{2g} = \text{const}\,. \qquad (2.5)$$

Для двух и более сечений по направлению движения струйки уравнение принимает вид:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} = \ldots = \text{const}\,. \qquad (2.6)$$

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;

$\frac{p}{\rho g} = h_{\text{р}}$ – 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:

$$h_{\text{геом}} + h_{\text{р}} + h_{\text{ск}} = H_{\text{полн}} = \text{const}, \qquad (2.7)$$

где $H_{\text{полн}}$ – *полный напор* в заданном сечении струйки.

Сумма геометрического и пьезометрического напоров называется *статическим напором*, обозначается $H_{\text{ст.}}$:

$$h_{\text{геом}} + h_{\text{р}} = H_{\text{ст}} \quad \text{или} \quad z + \frac{p}{\rho g} = H_{\text{ст}}\,. \qquad (2.8)$$

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:

$$e_{\text{полож}} + e_{\text{давл}} + e_{\text{кин}} = E = \text{const}, \qquad (2.9)$$

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 $h'_{w_{1-2}}$ израсходуется на преодоление гидравлических сопротивлений между первым и вторым сечениями:

$$H_1 = H_2 + h'_{w_{1-2}}. \qquad (2.10)$$

Уравнение *Бернулли для элементарной струйки реальной, вязкой жидкости* принимает вид:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + h'_{w_{1-2}}. \qquad (2.11)$$

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* $\left(E_{\text{усл}}^{\text{кин}}\right)$ через среднюю скорость потока v.

Затем теоретически определяют *действительную кинетическую энергию* $\left(E_{\text{дейст}}^{\text{кин}}\right)$ через действительные скорости (u) элементарных струек, составляющих поток.

Неравномерность распределения скорости по живому сечению учитывают коэффициентом корреляции кинетической энергии или *коэффициентом неравномерности распределения скорости* – α:

$$\alpha = \frac{E_{\text{дейст}}^{\text{кин}}}{E_{\text{усл}}^{\text{кин}}}. \qquad (2.12)$$

Коэффициент α называется также *коэффициентом Кориолиса*.

Значение коэффициента α 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 α 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:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w_{1-2}}. \qquad (2.13)$$

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):

$$I_{\text{ср}} = \frac{h_w}{L}. \qquad (2.14)$$

Виды гидравлических уклонов

а) При неравномерном напорном движении

Из уравнения Бернулли для двух сечений потока реальной жидкости (2.13) имеем:

$$h_w = \left(z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right). \qquad (2.15)$$

Тогда гидравлический уклон:

$$I_d = \frac{\left(z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right)}{L}. \qquad (2.16)$$

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:

$$I_{\text{ср}} = \frac{\left(z_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) - \left(z_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right)}{L}. \qquad (2.17)$$

в) При равномерном напорном движении

При равномерном напорном движении жидкости (в цилиндрических трубах) $v_1 = v_2$ получим следующее выражение для уклона (при $\alpha_1 \cong \alpha_2$):

$$I_p = \frac{\left(z_1 + \frac{p_1}{\rho g} \right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\rho g} \right)}{L}. \qquad (2.18)$$

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:

$$I_p = \frac{p_1 - p_2}{\rho g L}. \qquad (2.19)$$

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:

$$I_0 = \frac{z_1 - z_2}{L} = \sin\alpha. \qquad (2.20)$$

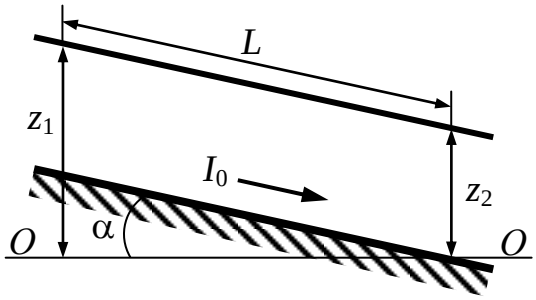


Рис. 2.2. Равномерное безнапорное движение жидкости

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 $\vartheta_{кр}$. 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 (ν) и параметра $Re_{кр}$, называемого критическим числом Рейнольдса, или *критерием Рейнольдса*:

$$\vartheta_{кр} = Re_{кр} \frac{\nu}{d}. \qquad (2.21)$$

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 (Σh_r) и потерь напора по длине (h_l):

$$h_w = \Sigma h_r + h_l. \qquad (2.22)$$

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:

$$h_r = \zeta \frac{v^2}{2g}, \qquad (2.23)$$

где ζ – коэффициент местного сопротивления.

Значения коэффициентов местных сопротивлений ζ 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:

$$h_l = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}, \qquad (2.24)$$

где λ – 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 λ рассчитывать по формуле:

$$\lambda = \frac{8g}{C^2}, \qquad (2.25)$$

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*:

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}, \qquad (2.26)$$

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 (λ) запишем по формуле (2.25): $\lambda = \frac{8g}{C^2}$.

Получаем:

$$h_l = \frac{8g}{C^2}\frac{l}{4R}\frac{Q^2}{\omega^2 2g} = \frac{Q^2}{C^2\omega^2 R}l. \qquad (2.27)$$

В формуле (2.27) обозначим $C^2\omega^2R = K^2$, где $K = C\omega\sqrt{R}$ называется модулем расхода, или расходной характеристикой, единица измерения $м^3/с$.

Формула (2.27) принимает вид:

$$h_l = \frac{Q^2}{K^2}l. \qquad (2.28)$$

Для удобства практических расчетов величина $\frac{1}{K^2}$ обозначается через A:

$$A = \frac{1}{K^2}, \qquad (2.29)$$

где A – удельное сопротивление (сопротивление единицы длины), $с^2/м^6$.

Таким образом, потери напора по длине рассчитываются по формуле:

$$h_l = AQ^2l. \qquad (2.30)$$

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:

$$H = (1{,}05 \div 1{,}1) h_{l_{\text{сист}}}, \qquad (2.31)$$

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 $v_{экс} \le 1{,}2$ м/с. Определить показание манометра, установленного после насоса, если остаточные (свободные) напоры у потребителей должны быть не менее 10 м ($h_{ост} \ge 10$ 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.

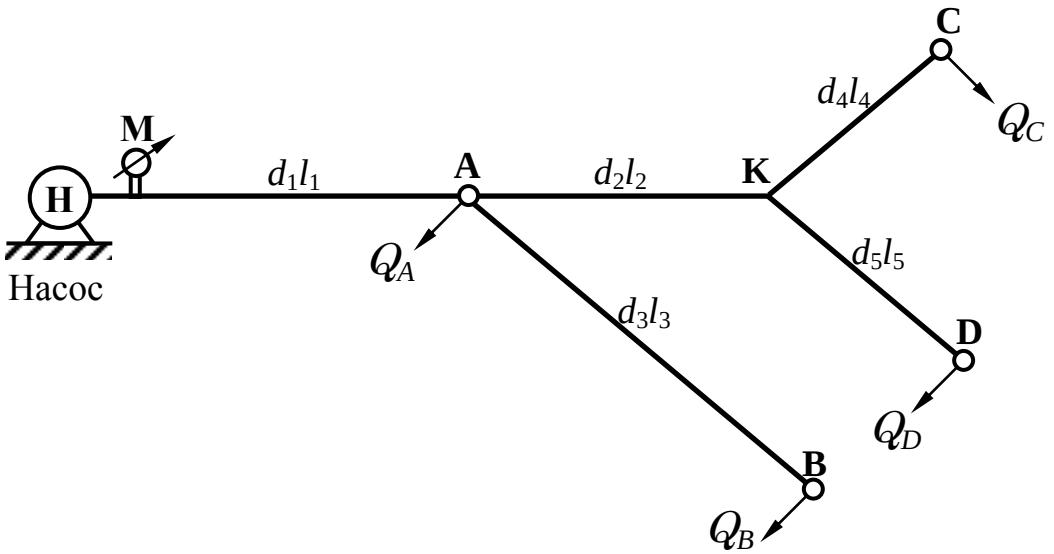


Рис. 2.3. Схема к задаче 2.1

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

Окончание табл. 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
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 $\mathbf{M_1}$ и $\mathbf{M_2}$ (рис. 2.4). Общий расход воды в системе Q (л/с).

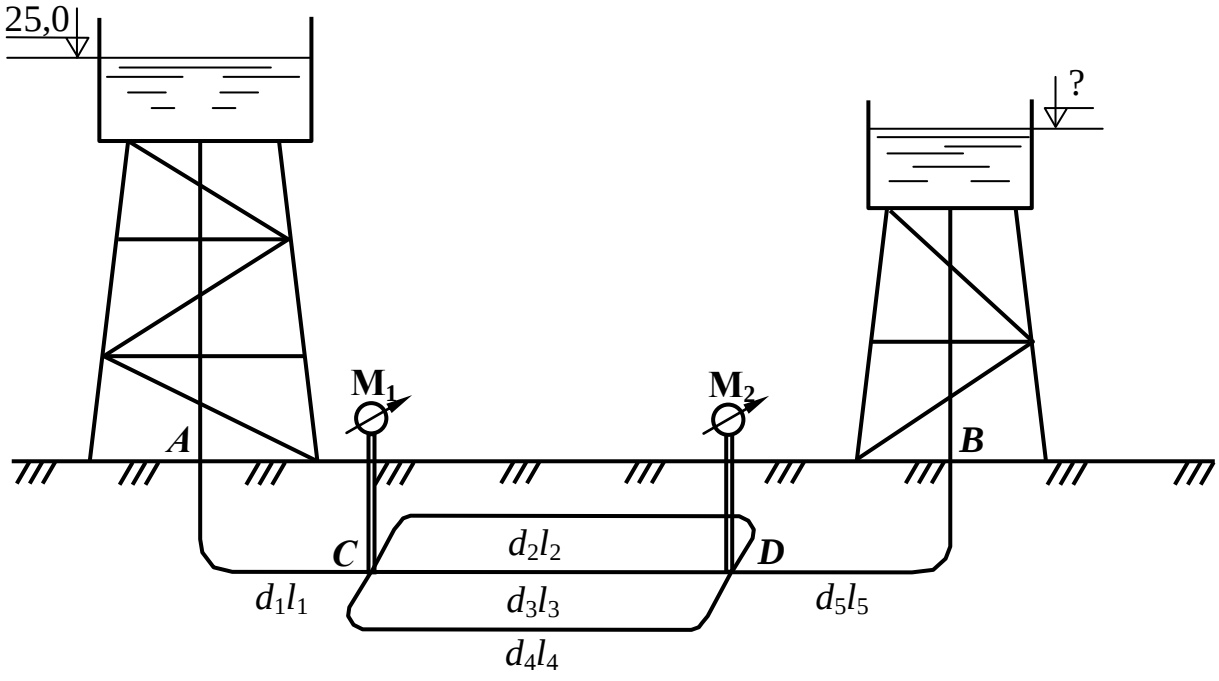


Рис. 2.4. Схема к задаче 2.2

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 ($p_{ман1}$ и $p_{ман2}$), 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

Вариант	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.

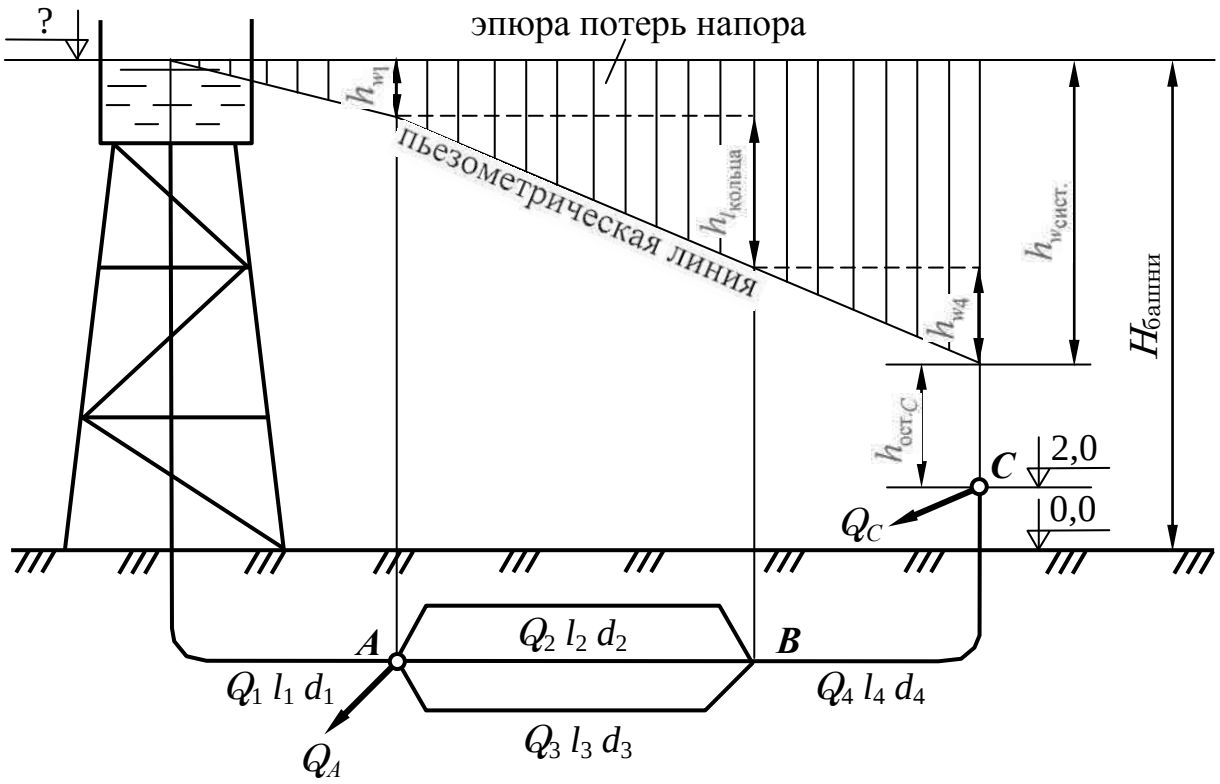


Рис. 2.5. Схема к примеру 1

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 *C*:

$$Q_2 + Q_3 = Q_C; \quad Q_2 + Q_3 = 32 \text{ л/с} = 0{,}032 \text{ м}^3/\text{с}. \qquad (2.32)$$

Пропускная способность четвертого участка равна расходу потребителя *C*: $Q_4 = 0{,}032$ м^3/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: $\quad Q_3 = Q_2 \sqrt{\dfrac{A_2 l_2}{A_3 l_3}}$.

Согласно данным табл. II (см. приложения), для $d_2 = 150$ мм удельное сопротивление $A_2 = 31{,}18$ с^2/м^6; для $d_3 = 100$ мм значение $A_3 = 265$ с^2/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 $\quad Q_2 = 0{,}023$ м^3/с; значит, $\quad Q_3 = 0{,}009$ м^3/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:

$$h_{w\text{сист}} = 1{,}1\left(h_{l_1} + h_{l_{\text{кольца}}} + h_{l_4}\right),$$

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:

$$h_{w\text{сист}} = 1{,}1\left(A_1 Q_1^2 l_1 + A_2 Q_2^2 l_2 + A_4 Q_4^2 l_4\right).$$

Рассчитаем потери напора в системе, принимая A_1 = 2,11 с^2/м^6; A_4 = 6,78 с^2/м^6 по табл. II (см. приложения):

$$h_{w_{\text{сист}}} = 1{,}1\left(2{,}11 \cdot 0{,}05^2 \cdot 600 + 31{,}18 \cdot 0{,}023^2 \cdot 550 + 6{,}78 \cdot 0{,}032^2 \cdot 720\right) = 19{,}0 \text{ м.}$$

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^3/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 = const образуется пропорция:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} \text{ или } p_1V_1 = p_2V_2 = \text{const};$$

для 1 кг рабочего тела:

$$p_1v_1 = p_2v_2 = pv = \text{const}.$$

Эта зависимость приведена на рис. 3.1.

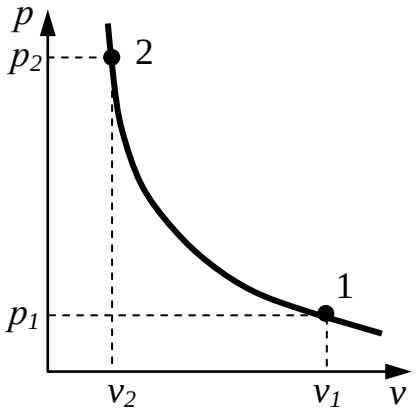


Рис. 3.1. Закон Бойля-Мариотта

Закон Гей-Люсака: если увеличить температуру T некоторого постоянного количества идеального газа на 1 °С при неизменном давлении (p = const), то его объем возрастет на 1/273 часть первоначального, за который принят объем газа при 0 °С.

Из этого закона вытекает, что при постоянном давлении объем газа:

$$v = v_0(1+\alpha t),$$

где v_0 – объем газа при 0 °С; α = 1/273 – коэффициент объемного или термического расширения.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что объем данной массы газа при постоянном давлении пропорционален термодинамической температуре:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow V_2 = V_1\frac{T_2}{T_1} \ (p = \text{const}).$$

Эта зависимость приведена на рис. 3.2.

Закон Шарля: если увеличить температуру некоторого постоянного количества идеального газа на 1 °С при неизменном объеме (v = const), то его давление возрастет на 1/273 часть первоначального, за которое принято давление газа при 0 °С.

Данный закон описывается выражением:

$$p = p_0(1+\alpha t),$$

где p_0 – давление газа при 0 °С.

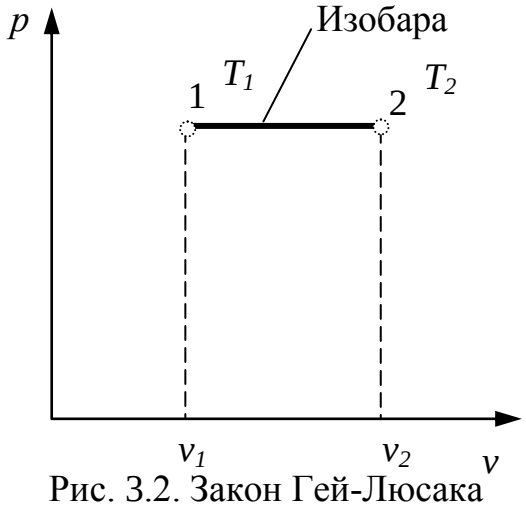


Рис. 3.2. Закон Гей-Люсака

На этом основании можно сделать вывод, что давление данной массы определенного газа при V = const пропорционально его термодинамической температуре:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} => p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1}.$$

Эта зависимость приведена на рис. 3.3.

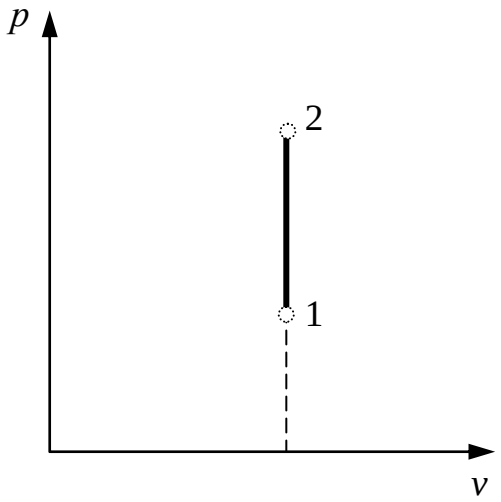


Рис. 3.3. Закон Шарля

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:

$$\frac{v_1}{v_3} = \frac{T_1}{T_3} => v_3 = v_1 \frac{T_3}{T_1}. \qquad (3.1)$$

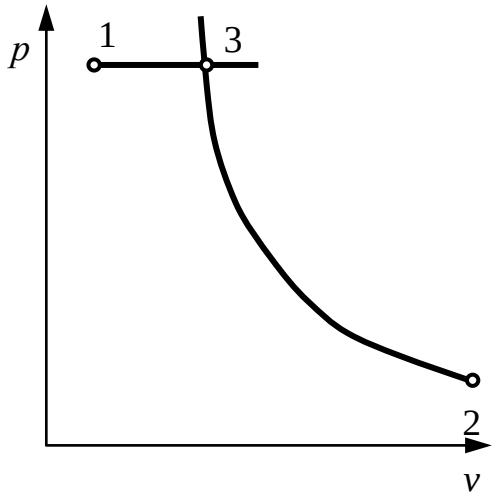


Рис. 3.4. К выводу основного уравнения состояния

Для изотермы *2-3*:

$$p_2 v_2 = p_3 v_3 => v_3 = p_2 \frac{v_2}{p_3}. \qquad (3.2)$$

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 постоянная, которая зависит от природы вещества: $\frac{pv}{T} = R$ => => $pv = RT$ – *уравнение Клапейрона* (уравнение для 1 кг газа). Учи-

тывая, что $V = vm$, то $pV = mRT$ – уравнение состояния для произвольного количества вещества.

Если записать уравнение состояния для 1 киломоля газа, для μ кг получится (если $m = \mu$ и $V = V_\mu$):

$$pV_\mu = \mu RT \text{ – } \textit{уравнение Менделеева},$$

где V_μ – объем 1 кмоль газа; μR – 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 μ.

Отношение числа молекул N вещества к количеству вещества ν 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: $p_н$ = 760 мм. рт. ст. = 0,1013 МПа, V_μ = 22,4 м^3/кмоль, $T_н$ = 273 К, получим:

$$R_\mu = \frac{0{,}1013 \cdot 10^6 \cdot 22{,}4}{273} = 8314 \text{ Дж/кмоль·К (8,314 кДж/кмоль·К)}.$$

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):

$$p + \frac{a}{v^2} = \frac{RT}{v-b} \text{ или } \left(p + \frac{a}{v^2}\right) \cdot (v-b) = RT \ .$$

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: $U = f$ (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 $\boldsymbol{U_2 = 0}$ 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.

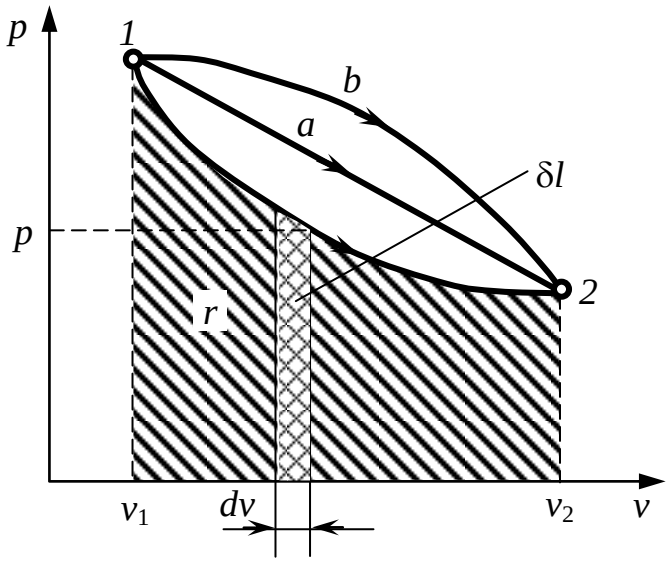


Рис. 3.5. Диаграмма p-v

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 δQ, 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 μc, $\frac{\text{Дж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}$.

Зависимость между удельными теплоемкостями:

$$c = \frac{\mu c}{\mu};$$

$$c' = c\rho_{\text{н}},$$

где $\rho_{\text{н}}$ – 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^2;

характеристика плотности, в качестве которой мы приняли удельный объем v, м^3/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 δq 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.

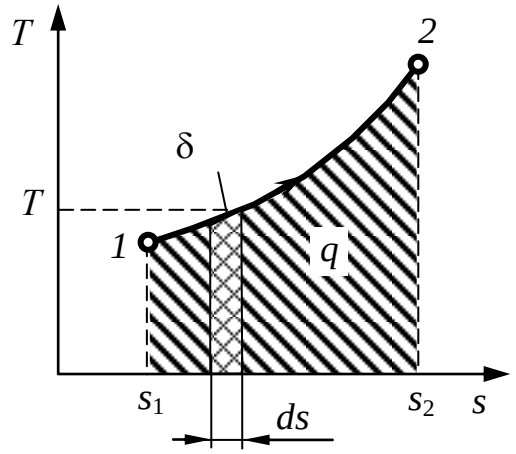


Рис. 3.6. Графическое изображение теплоты

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).

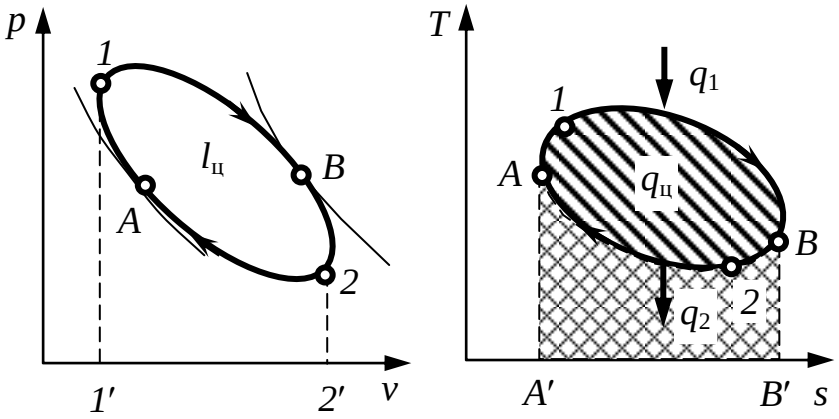


Рис. 3.7. Замкнутый круговой процесс, или цикл

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'*.

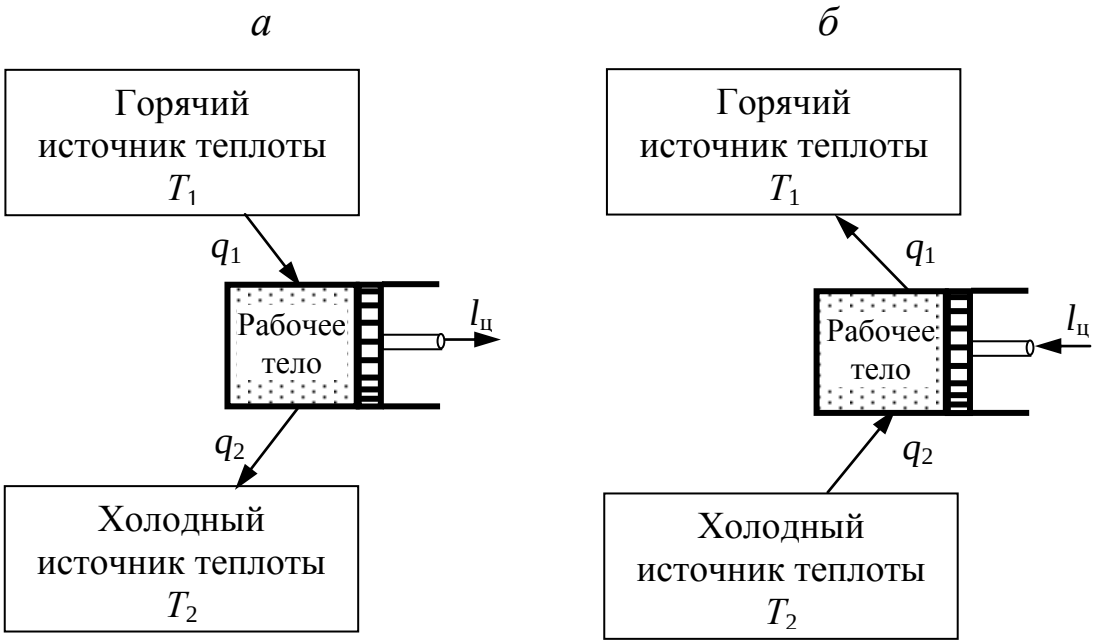


Рис. 3.8. Схема теплового двигателя (*а*) и термодинамическая схема холодильной машины (*б*)

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-ся*» (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* ε, 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.

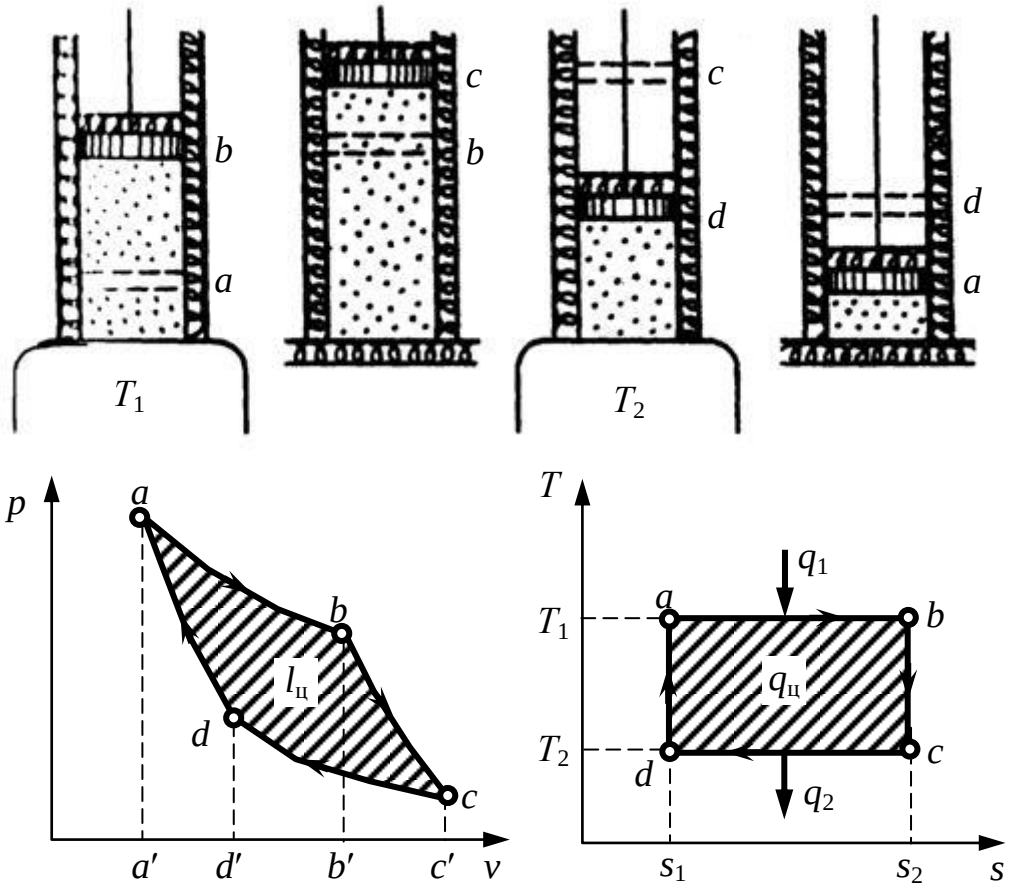


Рис. 3.9. Прямой цикл Карно

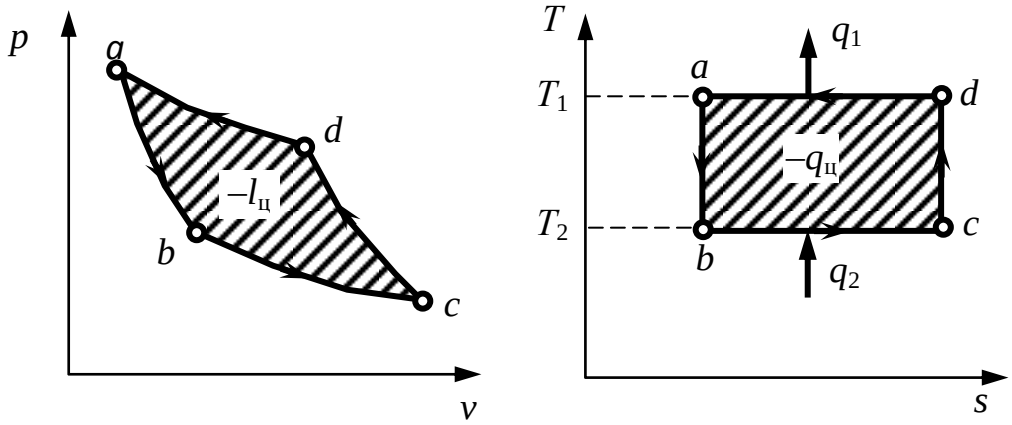


Рис. 3.10. Обратный цикл Карно

Эта работа превращается в теплоту и вместе с теплотой q_2 передается верхнему источнику. При этом затрачивается работа $l_ц$ 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 отношениях, 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 = 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:

$$\Delta i = c_p (T_2 - T_1).$$

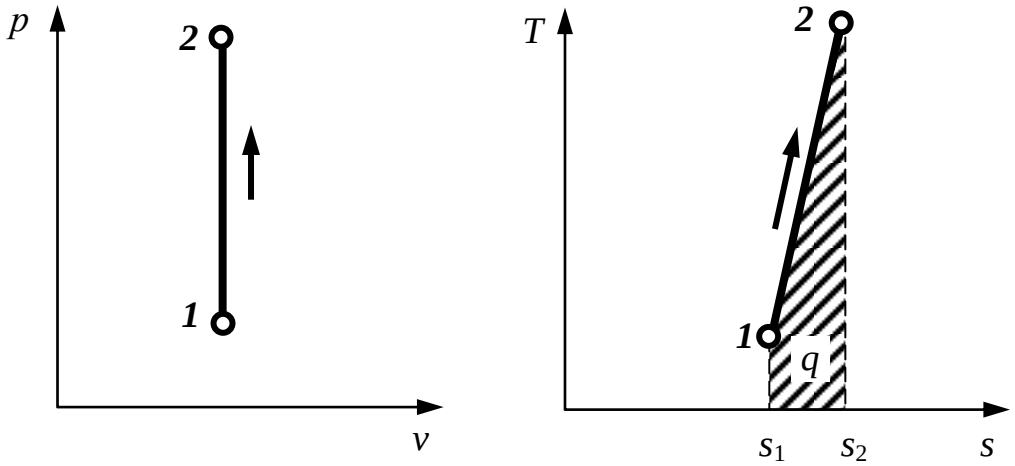


Рис. 3.11. Изохорный процесс

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.

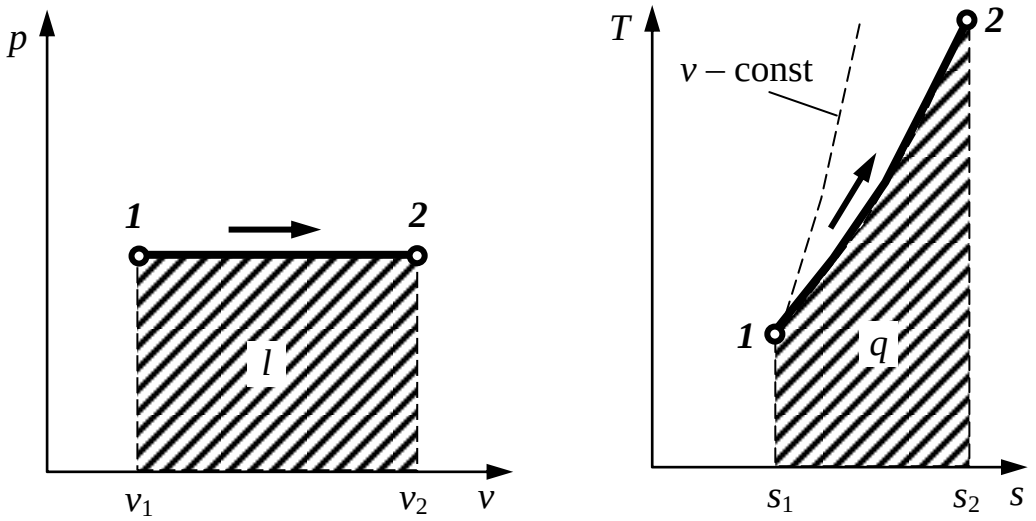


Рис. 3.12. Изобарный процесс

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.

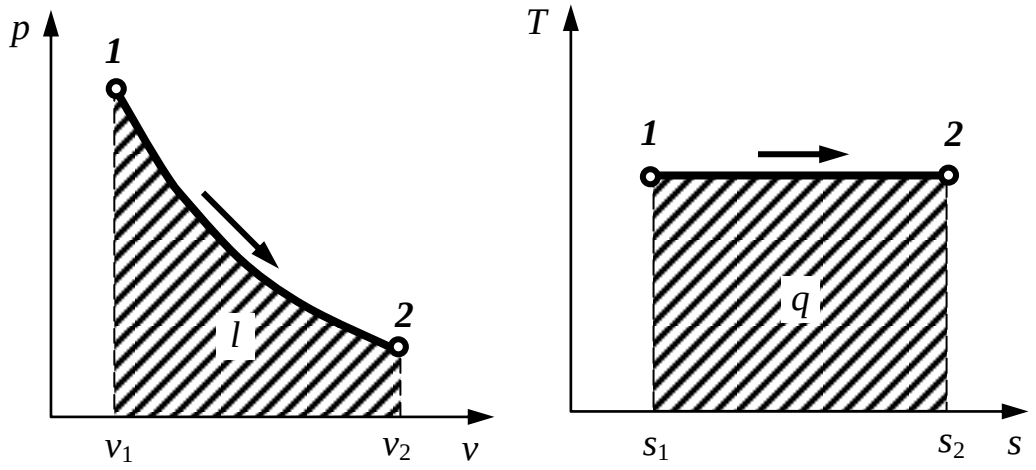


Рис. 3.13. Изотермический процесс

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:

$$pv^k = \text{const} \quad \text{или} \quad \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^k; \qquad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{k-1}; \qquad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}.$$

График процесса представлен на рис. 3.14.

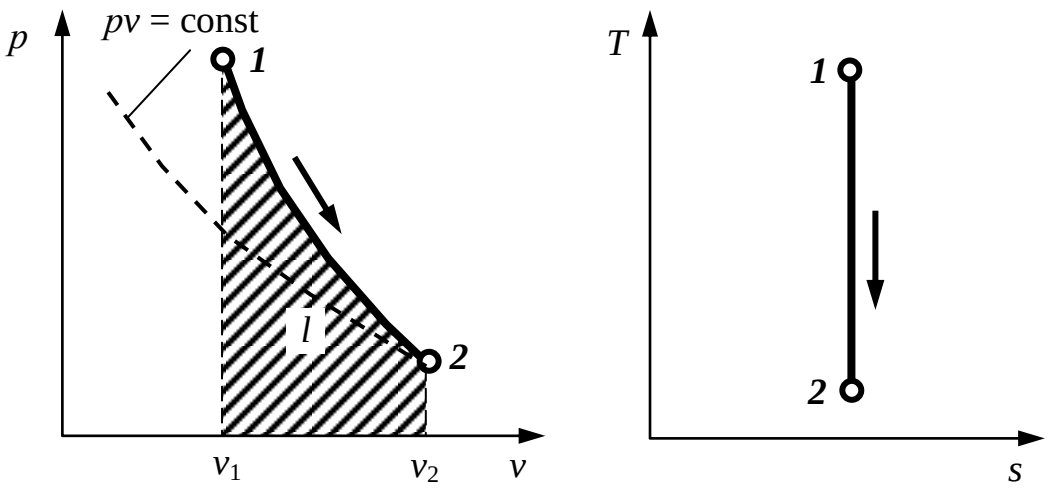


Рис. 3.14. Адиабатный процесс

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 $c_n = c_v \dfrac{k-n}{1-n}$ – теплоемкость газа в политропном процессе.

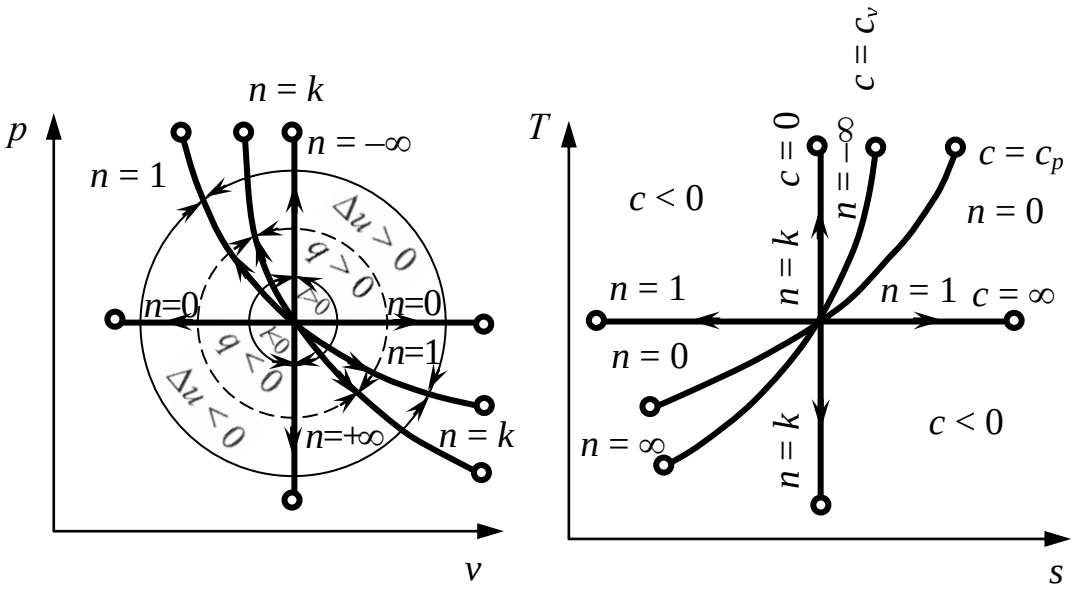


Рис. 3.15. Политропный процесс

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:

$$m = \frac{Fc}{v} = \text{const},$$

где F – площадь поперечного сечения канала; c – скорость рабочего тела.

Рассмотрим термодинамическую систему, представленную схематически на рис. 3.16. По трубопроводу *1* 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 выхлопной патрубок *3* со скоростью c_2, имея параметры T_2, p_2, v_2.

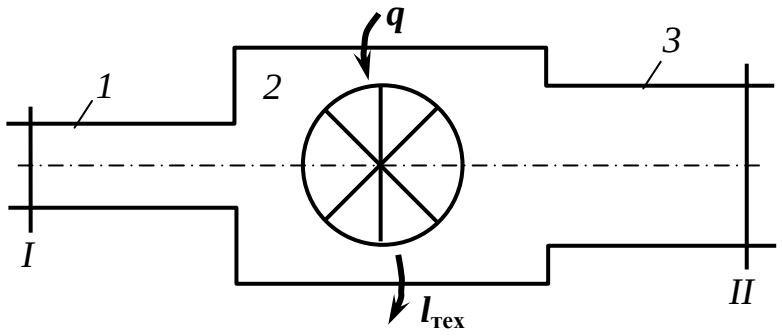


Рис. 3.16. Открытая термодинамическая система

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:

$$l_{\text{тех}} = 0; \quad \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} << q_{\text{внеш}},$$

поэтому $$q_{\text{внеш}} = i_2 - i_1.$$

Тепловой двигатель. Рабочее тело производит техническую работу за счет уменьшения энтальпии:

$$\frac{c_2^2 - c_1^2}{2} << l_{\text{тех}};$$

$$q_{\text{внеш}} = 0;$$

$$l_{\text{тех}} = i_1 - i_2.$$

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 спрофилированные 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 М:

$$\mathrm{M} = \frac{w}{a}.$$

Если М < 1 – поток считается дозвуковым,

М > 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:

$$\frac{p}{\rho^k} = \mathrm{const},$$

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:

$$\frac{p+B}{\rho^{n*}} = \mathrm{const} \qquad \text{или} \qquad \frac{p+B}{\gamma^{n*}} = \mathrm{const}.$$

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 = 1,0332·10^4 кгс/м^2, плотность воздуха:

$\rho = \gamma / g$ = 1,23 кгс/м^3 / 9,81 м/с^2 = 0,125 кгс·с^2/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 ρ = 1000 / 9,81 = 102 кгс·с^2/м^4; n* = 7,15; B = 3045 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:

$$m = F \sqrt{\frac{2k}{k-1} \cdot \frac{p_1}{v_1} \left(\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right)}. \qquad (3.3)$$

По уравнению (3.3) построена кривая *1K0* на рис. 3.17.

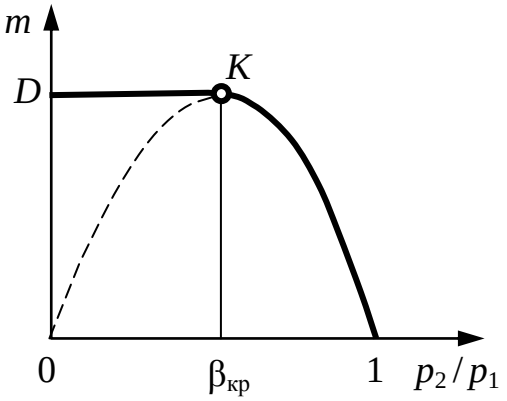


Рис. 3.17. Зависимость массового расхода газа через сопло

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 находятся в покое – в заторможенном состоянии) скорость звука в нем имеет наибольшее значение:

$$a_{\text{о}} = \sqrt{\frac{k \cdot p_{\text{о}}}{\rho_{\text{о}}}},$$

где $p_{\text{о}}$ и $\rho_{\text{о}}$ – соответственно абсолютное давление и плотность газа, находящегося в покое (в заторможенном состоянии).

Скорость $a_{\text{о}}$ называют скоростью звука при торможении.

Уравнение Бернулли теперь можно записать в виде:

$$\frac{a^2}{k-1} + \frac{w^2}{2} = \frac{a_{\text{о}}^2}{k-1}.$$

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 $w_{\text{кр}}$. Скорость звука в этом случае также называется критической и обозначается $a_{\text{кр.}}$ Уравнение Бернулли принимает вид:

$$\frac{a^2}{k-1} + \frac{w^2}{2} = \frac{k+1}{k-1} \cdot \frac{a_{\text{кр}}^2}{2} = \frac{k+1}{k-1} \cdot \frac{w_{\text{кр}}^2}{2}.$$

Используя уравнения, можно установить связь между скоростью звука при торможении $a_{\text{о}}$ и критической скоростью звука $a_{\text{кр}}$. Приравняв правые части двух предыдущих уравнений, получим:

$$\frac{a_{\text{о}}^2}{k-1} = \frac{k+1}{k-1} \cdot \frac{a_{\text{кр}}^2}{2},$$

откуда

$$a_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{2}{k+1}} \cdot a_{\text{о}}.$$

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 $w_{\text{пред}}$. 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:

$$\frac{a^2}{k-1}+\frac{w^2}{2}=\frac{a_{\text{о}}^2}{k-1}=\frac{k+1}{k-1}\cdot\frac{a_{\text{кр}}^2}{2}=\frac{w_{\max}^2}{2},$$

откуда $$w_{\max}=\sqrt{\frac{k+1}{k-1}}\cdot a_{\text{кр}}=\sqrt{\frac{2}{k-1}}\cdot a_{\text{о}}.$$

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 Лаваля

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.

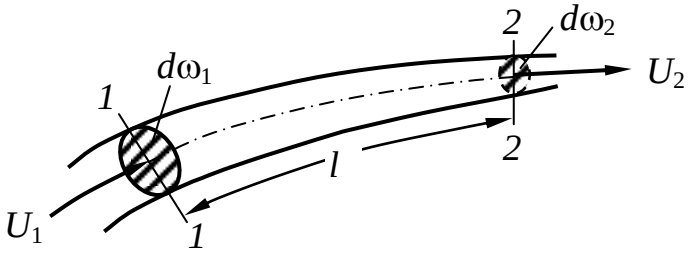


Рис. 3.18. Линия тока жидкости (газа)

Представим уравнение в дифференциальной форме:

$$\frac{d\rho}{\rho}+\frac{dw}{w}+\frac{d\omega}{\omega}=0. \qquad (3.4)$$

Преобразуем последнее уравнение, учитывая, что $\frac{w}{a}=\text{M}$:

$$\frac{d\omega}{\omega}=\frac{dw}{w}\cdot\left(\text{M}^2-1\right). \qquad (3.5)$$

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 ω.

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 ω. 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 ω_{max} имеет минимальное значение.

При сверхзвуковой скорости потока скорость увеличивается в направлении течения и в сечении ω_{max} имеет наибольшее значение. Следовательно, в обоих случаях скорость течения в сечении ω_{max} может быть равной скорости звука.

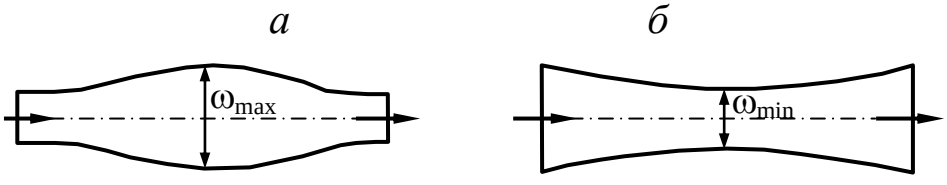


Рис. 3.19. Возможные конфигурации потока (струи):
а – расширяющаяся и б – сужающаяся к середине

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 ω_{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 ω_{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 Лаваля, предложившего для получения сверхзвуковых потоков плавно сужающуюся и затем плавно расширяющуюся насадку (сопло), эту насадку называют сопло Лаваля (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 $T_{\text{инв}}$, $\dfrac{RTb}{v^2} = \dfrac{2a}{v^2}$ 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:

$T_{\text{кр}}^{\text{H}_2} = 32$ K $\qquad T_{\text{инв}}^{\text{H}_2} = 216$ K (–57 °C);

$T_{\text{кр}}^{\text{He}} = 5$ K $\qquad T_{\text{инв}}^{\text{He}} = 34$ K (–239 °C).

Для обычных газов эффект Джоуля-Томпсона положителен и определяется по формуле Ноэля: $\alpha_i = (a - bp)\left(\dfrac{273}{T}\right)^2$, где α_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:

$$i' = c_p + \frac{v^2}{2}.$$

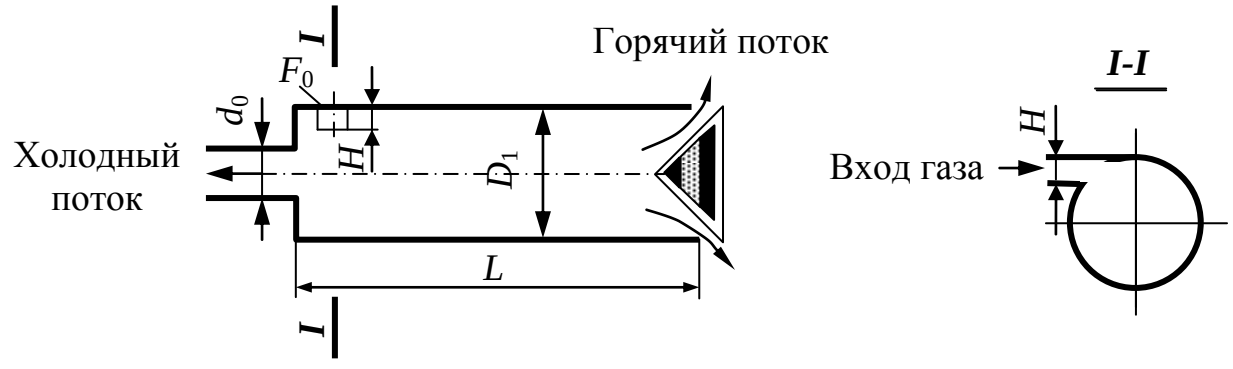


Рис. 3.20. Схема вихревой трубы

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 ΔT_1 и ΔT_2 от доли охлажденного потока μ. При этом

$$\Delta T_1 = T^t - T_1;$$

$$\Delta T_2 = T_2 - T^t;$$

$$\mu = \frac{M_1}{M^t},$$

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 ΔT_1 и ΔT_2 от относительного расхода холодного потока μ 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.

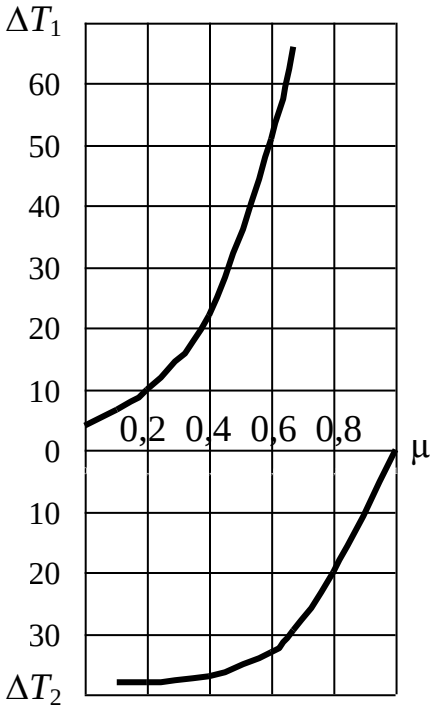


Рис. 3.21. Температура газа на выходе из вихревой трубы

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 пропусканием 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 удается значительно сократить в циклах газотурбинных установок.

Принципиальная схема газотурбинной установки (ГТУ) представлена на рис. 3.22. Воздушный компрессор *К* сжимает атмосферный воздух, повышая его давление от p_1 до p_2, и непрерывно подает его в камеру сгорания *КС*. Туда же специальным нагнетателем *Н* 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.

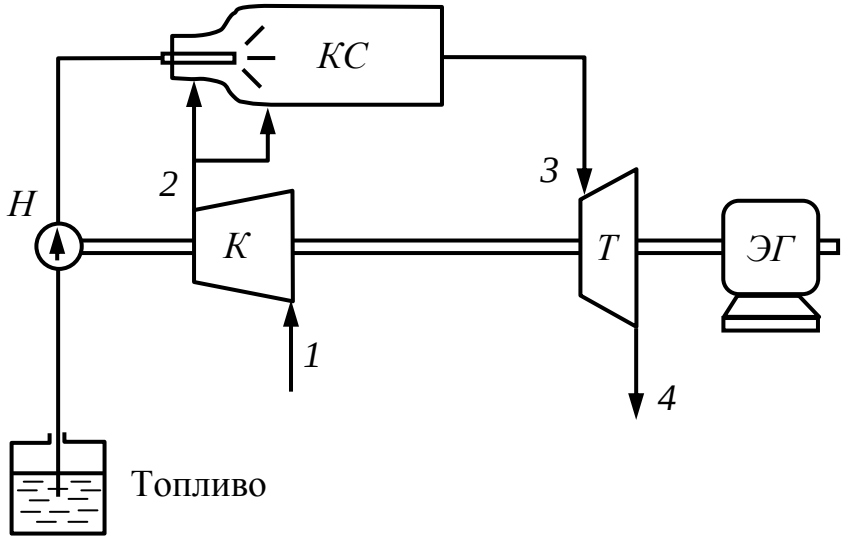


Рис. 3.22. Схема газотурбинной установки

В газовой турбине *Т* 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 $l_{тех}$. Большая часть этой работы $l_к$ расходуется на привод компрессора; разность ($l_{тех} - l_к$) 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 $l_ц$ 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.

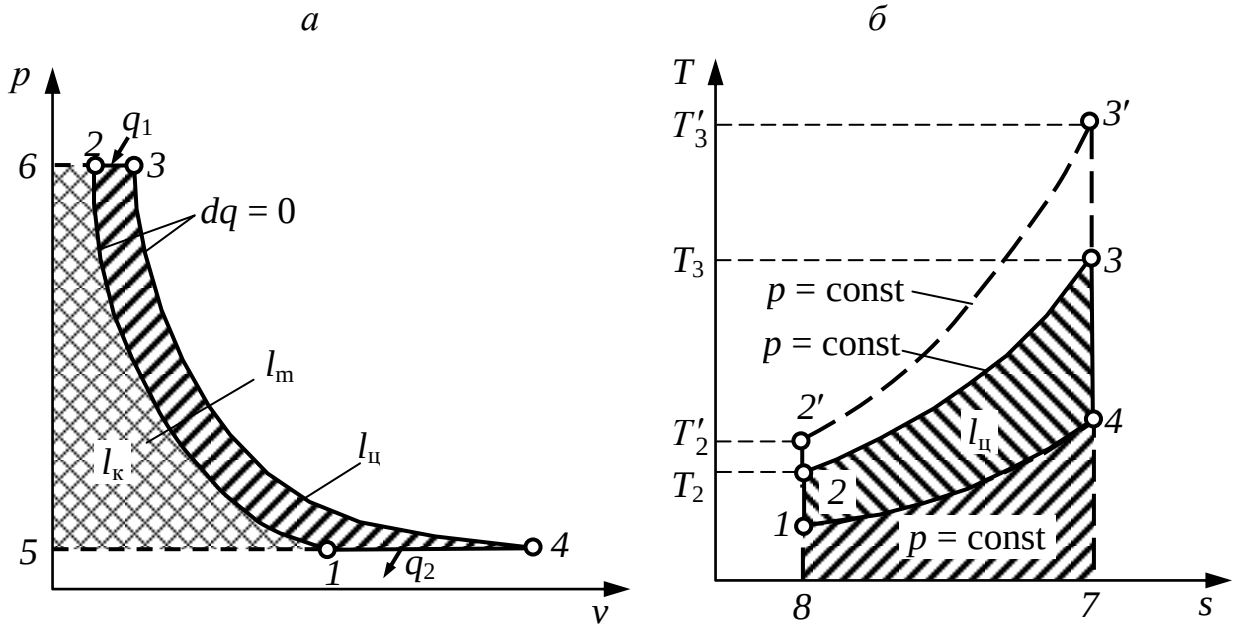


Рис. 3.23. Цикл газотурбинной установки:
а – в p-v координатах; б – в T-s координатах

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 π, равная отношению давления воздуха после компрессора к давлению перед ним.

Коэффициент полезного действия идеального цикла непрерывно возрастает с увеличением π. 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 π 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.

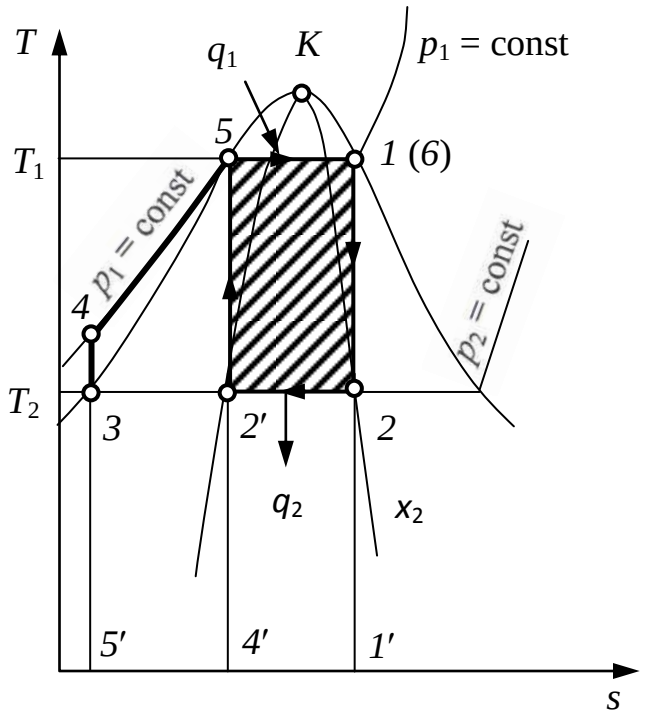


Рис. 3.24. Циклы Карно и Ренкина насыщенного водяного пара в *T*-s диаграмме

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).

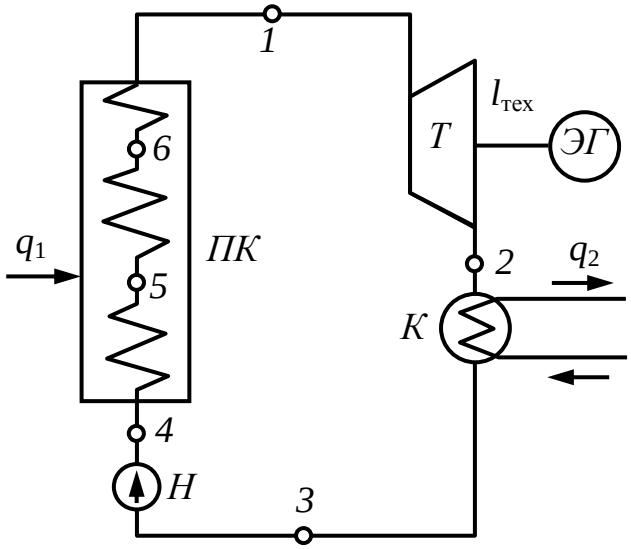


Рис. 3.25. Схема паросиловой установки:
ПК – паровой котел; Т – паровая турбина; ЭГ – электрогенератор; К – конденсатор; Н – насос

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 $l_{тех}$. 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 η_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.

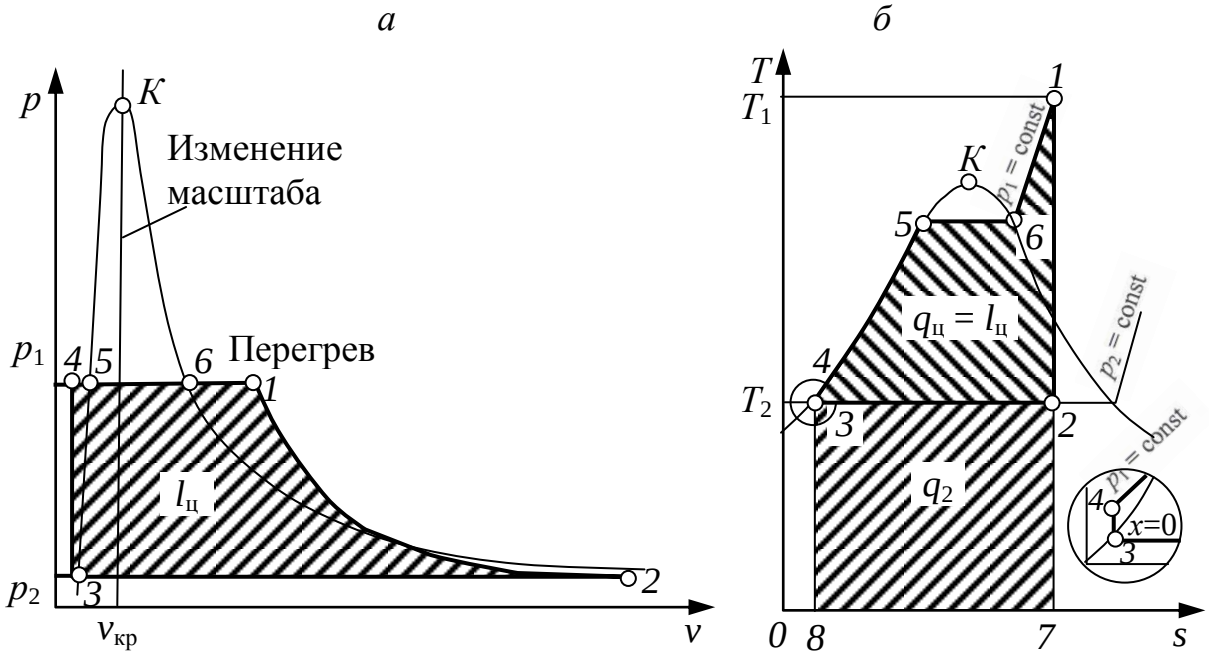


Рис. 3.26. Цикл Ренкина на перегретом паре:
а – в p-v диаграмме; б – в T-s диаграмме

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 °С 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 *П*, 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 раздельно.

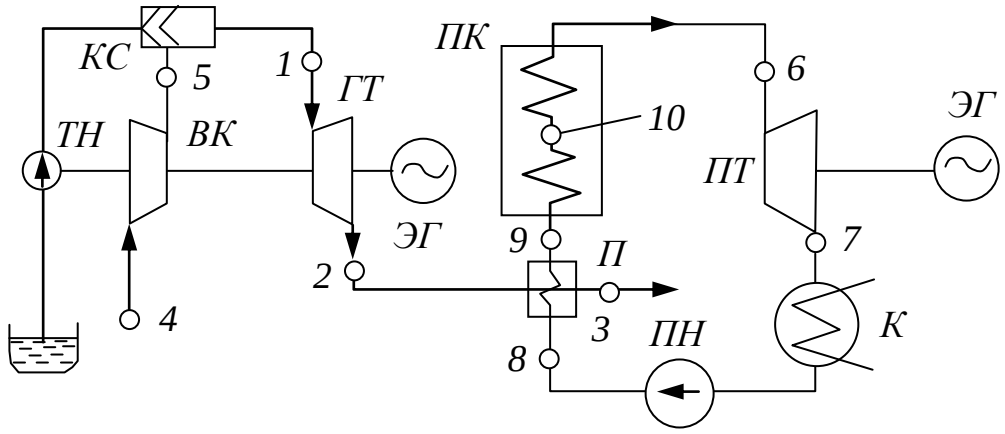


Рис. 3.27. Схема простейшей парогазовой установки:
ГТ – газовая турбина; ЭГ – электрогенератор; ПК – паровой котел; ПН – питательный насос; К – конденсатор; ПТ – паровая турбина; ВК – воздушный компрессор; КС – камера сгорания; ТН – топливный насос; П – подогреватель

Мощности и параметры газо- и паротурбинной установок выбираются таким образом, чтобы количество теплоты, отданной в подогревателе *П* газами, равнялось количеству теплоты, воспринятой питательной водой. Это определяет соотношение между расходами газа и воды через подогреватель *П*.

Цикл комбинированной установки (см. рис. 3.28) строится для 1 кг водяного пара и соответствующего количества газа, приходящегося на 1 кг воды.

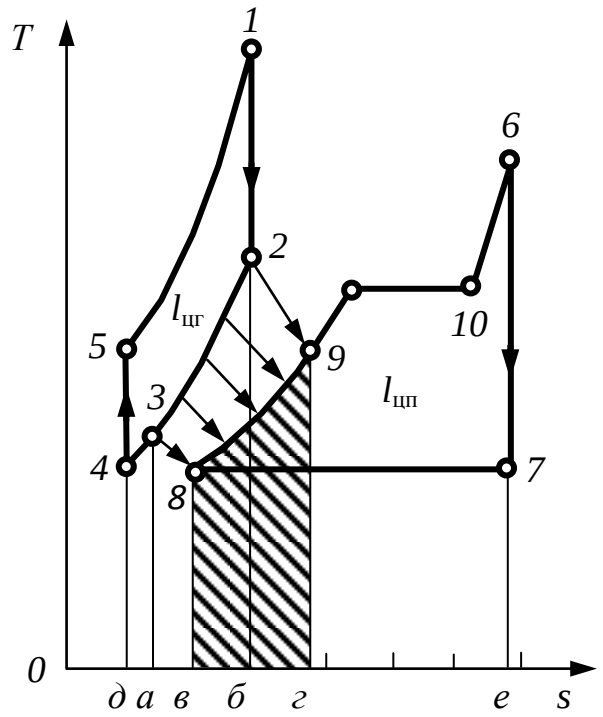


Рис. 3.28. Цикл парогазовой установки

В цикле газотурбинной установки подводится теплота, равная площади *1-б-д-5,* и получается полезная работа $l_{цг.}$, равная площади *1-2-3-4-5.* В цикле паротурбинной установки при его раздельном осуществлении количество подведенной теплоты равно площади *6-е-в-8-9-10,* а полезная работа $l_{цп}$ – площади *6-7-8-9-10.* 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 $l_{цг}+l_{цп}$ 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_2	8	1,2	20	2	459
2	H_2	10	1,3	24	4	590
3	N_2	12	1,1	28	6	500
4	CO	16	1,2	32	8	555
5	CO_2	18	1,1	40	5	456
6	SO_2	22	1,3	36	9	530
7	Воздух	15	1,1	45	7	520
8	CO	13	1,2	15	8	515
9	O_2	12	1,2	20	3	315
10	H_2	19	1,3	24	4	345
11	N_2	44	1,1	28	2	375
12	CO	6	1,2	32	4	385
13	CO_2	8	1,1	40	6	395
14	SO_2	4	1,3	36	8	415
15	Воздух	15	1,1	45	5	443
16	CO	13	1,2	15	9	471
17	O_2	12	1,2	20	7	342
18	H_2	19	1,3	24	8	325
19	N_2	44	1,1	28	3	530
20	CO	6	1,2	32	4	520
21	CO_2	8	1,1	40	2	515
22	SO_2	4	1,3	36	4	315
23	Воздух	8	1,1	45	6	345
24	CO	10	1,2	15	8	375
25	N_2	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 Δu, энтальпии Δi, энтропии Δs, 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 η_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^3/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

Окончание табл. 3.2

Номер варианта	Заданные параметры в основных точках (p – в МПа, v – в м^3/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)	Δu, кДж/кг	Δi, кДж/кг	Δs, 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 $p_1 = 30\cdot10^5$ Па и температуры t_1 = 510 °С до конечного давления $p_2 = 2\cdot10^5$ 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_μ = 34,2068 кДж/(кмоль·К) (при T = 600 °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:

$$R_{O_2} = \frac{8{,}314}{\mu_{O_2}} = \frac{8{,}314}{32} = 0{,}260 \text{ кДж/(кг·К)}.$$

Тогда

$$c_v = 1{,}069 - 0{,}260 = 0{,}809 \text{ кДж/(кг·К)}.$$

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:

$$\Delta U = mc_v\left(T_2 - T_1\right) = 24 \cdot 0{,}809 \cdot \left(498 - 783\right) = -5534 \text{ кДж}.$$

Работа расширения газа:

$$L = \frac{R}{n-1} m\left(T_1 - T_2\right) = \frac{0{,}260}{1{,}2-1} \cdot 24 \cdot \left(783 - 498\right) = 8892 \text{ кДж}.$$

Подведенная теплота, кДж:

$$Q = mc_n\left(T_2 - T_1\right),$$

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:

$$Q = 24 \cdot \left(-0{,}485\right) \cdot \left(498 - 783\right) = 3317 \text{ кДж}.$$

Ответ: для адиабатного процесса ΔU = –8194 кДж, L = 8194 кДж, Q = 0; для политропного процесса ΔU = –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 = const;

3-4 – адиабатный, s = const;

4-1 – изохорный, v = 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 калорические параметры.

Процесс 1-2 (n = const = 1,3):

Изменение внутренней энергии:

$$\Delta u_{1\text{-}2} = u_2 - u_1 = c_v\,(T_2 - T_1) = 0{,}738\,(338 - 509) = -126 \text{ кДж/кг}.$$

Изменение энтальпии:

$$\Delta i_{1\text{-}2} = i_2 - i_1 = c_p\,(T_2 - T_1) = 1{,}025\,(338 - 509) = -184 \text{ кДж/кг}.$$

Изменение энтропии:

$$\Delta s_{1-2} = s_2 - s_1 = c_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) - R\ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right) =$$

$$= 1{,}025\ln\left(\frac{338}{509}\right) - 0{,}287\ln\left(\frac{0{,}1}{0{,}6}\right) = 0{,}095 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}.$$

Количество теплоты:

$$q_{1-2} = c_n\left(T_2 - T_1\right) = c_v\,\frac{k-n}{1-1{,}3}\left(T_2 - T_1\right) =$$

$$= 0{,}738\cdot\frac{1{,}4-1{,}3}{1-1{,}3}\cdot\left(338-509\right) = 42{,}1 \text{ кДж/кг}.$$

Работа:

$$l_{1\text{-}2} = q_{1\text{-}2} - \Delta u_{1\text{-}2} = 42{,}1 - (-126) = 168{,}1 \text{ кДж/кг}.$$

Процесс 2-3 (p = const):

$$\Delta u_{2\text{-}3} = c_v\,(T_3 - T_2) = 0{,}738\,(273 - 338) = -48{,}0 \text{ кДж/кг};$$

$$\Delta i_{2\text{-}3} = c_p\,(T_3 - T_2) = 1{,}025\,(273 - 338) = -66{,}6 \text{ кДж/кг};$$

$$\Delta s_{2-3} = c_p \ln\left(\frac{T_3}{T_2}\right) = 1{,}025\ln\left(\frac{273}{338}\right) = -0{,}219 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)};$$

$$q_{2\text{-}3} = c_p\,(T_3 - T_2) = \Delta i_{2\text{-}3} = 1{,}025\,(273 - 338) = -66{,}6 \text{ кДж/кг};$$

$$l_{2\text{-}3} = R\,(T_3 - T_2) = 0{,}287\cdot(273 - 338) = -18{,}7 \text{ кДж/кг}.$$

Процесс 3-4 (s = const):

$$\Delta u_{3\text{-}4} = c_v\,(T_4 - T_3) = 0{,}738\cdot(433 - 273) = 117{,}9 \text{ кДж/кг};$$

$$\Delta i_{3\text{-}4} = c_p\,(T_4 - T_3) = 1{,}025\,(433 - 273) = 164{,}0 \text{ кДж/кг};$$

$$\Delta s_{3\text{-}4} = 0;$$

$$q_{3\text{-}4} = 0;$$

$$l_{3\text{-}4} = -\Delta u_{3\text{-}4} = -117{,}9 \text{ кДж/кг}$$

или $$l_{3\text{-}4} = \frac{R}{k-1}\left(T_3 - T_4\right) = \frac{0{,}287}{1{,}4-1}\cdot\left(273-433\right) = -117{,}9 \text{ кДж/кг}.$$

Процесс 4-1 (v = const):

$$\Delta u_{4\text{-}1} = c_v\,(T_1 - T_4) = 0{,}738\,(509 - 433) = 56 \text{ кДж/кг};$$

$$\Delta i_{4\text{-}1} = c_p\,(T_1 - T_4) = 1{,}025\,(514 - 433) = 77{,}9 \text{ кДж/кг};$$

$$\Delta s_{4-1} = c_v \ln\left(\frac{T_1}{T_4}\right) = 0{,}738 \ln\left(\frac{509}{433}\right) = -0{,}119 \text{ кДж/кг};$$

$$l_{4\text{-}1} = 0;$$

$$q_{4\text{-}1} = \Delta u_{4\text{-}1} = 56 \text{ кДж/кг}.$$

Количество теплоты, подведенное за цикл:

$$q_1 = q_{1\text{-}2} + q_{4\text{-}1} = 42{,}1 + 56 = 98{,}1 \text{ кДж/кг}.$$

Количество теплоты, отведенное за цикл:

$$q_2 = q_{2\text{-}3} = 66{,}6 \text{ кДж/кг}.$$

Термический КПД цикла:

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{98{,}1 - 66{,}6}{98{,}2} = 0{,}322 \text{ или } 32{,}2\ \%.$$

Работа цикла: $l_ц = 31{,}5$ 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)	Δ*u*, кДж/кг	Δ*i*, кДж/кг	Δ*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	∞	0,738	56,1	77,9	0,119	56	0
Сумма:	–	–	0	0	0	31,5	31,5

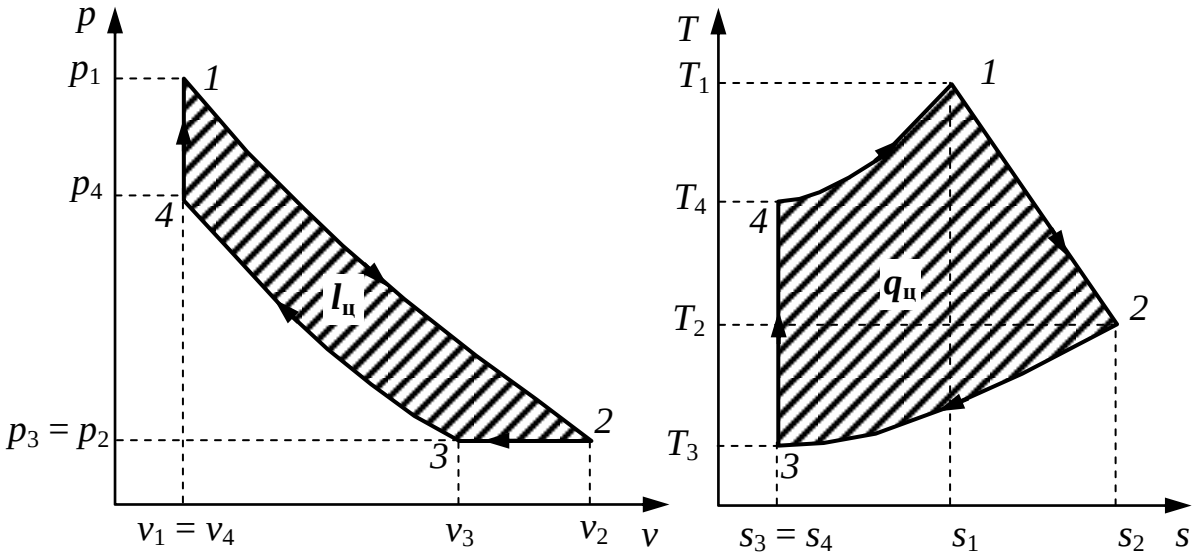


Рис. 3.29. Цикл в координатах *p*-*v* и *T*-*s*

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 натурных объектов.

Системы и явления будут механически подобными, если соблюдены геометрическое подобие, кинематическое и динамическое подобие.

Геометрическое подобие заключается в том, что сходственные линейные элементы натурного 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 натуры 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

$$m_u = \frac{u_{\text{н}}}{u_{\text{м}}} = \frac{l_{\text{н}}}{t_{\text{н}}} \cdot \frac{t_{\text{м}}}{l_{\text{м}}} = \frac{m}{m_t}; \qquad m_j = \frac{j_{\text{н}}}{j_{\text{м}}}.$$

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 $Ne_н = Ne_м$ 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:

$$\frac{J_н}{J_м} = \frac{G_н}{G_м} = \frac{P_н}{P_м} = \frac{F_{тр.н}}{F_{тр.м}} = m_F .$$

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:

$$\frac{u_н^2}{l_н g} = \frac{u_м^2}{l_м g} = \mathrm{Fr} .$$

Если преобладающей силой является сила трения, в качестве критерия подобия выступает число Рейнольдса:

$$\mathrm{Re} = \frac{u \cdot r}{v}; \quad \mathrm{Re}_н = \mathrm{Re}_м.$$

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; v – 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.

Бебенина, Т. П. Гидравлика. Техническая гидромеханика: конспект лекций / Т. П. Бебенина.- 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

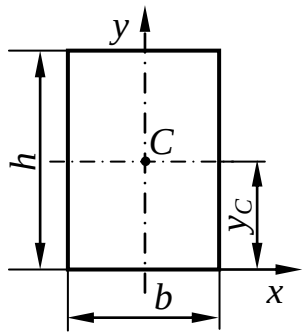
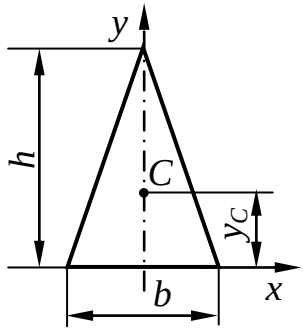
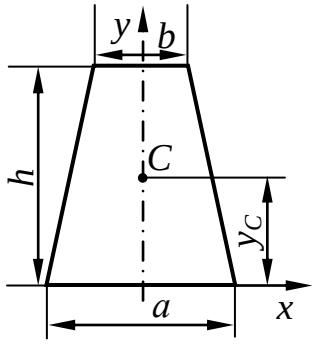
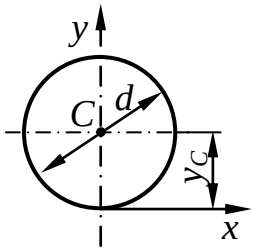
Плоская фигура	Координата центра тяжести	Площадь фигуры A	Момент инерции I_C
Прямоугольник 	$y_C = \frac{h}{2}$	bh	$\frac{bh^3}{12}$
Треугольник 	$y_C = \frac{1}{3}h$	$\frac{bh}{2}$	$\frac{bh^3}{36}$
Трапеция равнобедренная 	$y_C = \frac{h(a+2b)}{3(a+b)}$	$\frac{h(a+b)}{2}$	$\frac{h^3(a^2+4ab+b^2)}{36(a+b)}$
Круг 	$y_C = \frac{d}{2}$	$\frac{\pi d^2}{4}$	$\frac{\pi d^4}{64}$

Таблица II

Значения величин C, λ, K и $1/K^2 = A$ для нормальных водопроводных труб, подсчитанные по формуле акад. Н. Н. Павловского при n = 0,012

d, мм	C	λ	K, м^3/с	A, с^2/м^6
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

Таблица III

Истинная молярная теплоемкость некоторых идеальных газов при постоянном давлении, кДж/(кмоль·К)

Температура, °С	O_2	N_2	H_2	CO	CO_2	SO_2	H_2O	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

Министерство образования Российской Федерации

Уральская государственная горно-геологическая академия

Т. П. Бебенина, С. И. Часс, Н. В. Савинова

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ГИДРОДИНАМИКЕ

Екатеринбург

2022

Министерство образования Российской Федерации
Уральская государственная горно-геологическая академия

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горномеханического факультета

"__3_" ноября _____ 2022г.

Председатель комиссии, проф.

_____Н.Б. Ситников

Т. П. Бебенина, С. И. Часс, Н. В. Савинова

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ГИДРОДИНАМИКЕ

Издание УГГГА Екатеринбург, 2004

Лабораторный практикум по гидродинамике./Т.П. Бебенина, С.И. Часс, Н.В. Савинова; Уральская госуд. горно-геол. академия. Каф. технической механики. - Екатеринбург: Изд. УГГГА, 2004. - 69с.

Методическое пособие составлено в соответствии с программами курса «Гидромеханика» и «Гидравлика».

Лабораторный практикум по гидродинамике содержит теоретические основы гидравлического экспериментирования, методы и технику выполнения лабораторных работ, материалы для обработки экспериментальных данных и оценки точности эксперимента. Практикум включает основные лабораторные работы по разделу «Гидродинамика» и предназначен в качестве учебного пособия для студентов всех специальностей, изучающих гидравлические дисциплины.

Методическая разработка рассмотрена на заседании кафедры технической механики 04.07.2003 года (протокол № 45) и рекомендована для издания.

Р е ц е н з е н т – Л.И. Пастухова, канд. техн. наук, доцент кафедры гидравлики УГТУ (УПИ).

© Уральская государственная горно-геологическая академия, 2004

Содержание

1. ***Лабораторная работа №1***. Экспериментальное изучение уравнения Д.Бернулли. 4

2. ***Лабораторная работа №2.*** Изучение режимов движения жидкости 20

3. ***Лабораторная работа №3.*** Определение потерь напора по длине и коэффициента гидравлического трения. 28

4. ***Лабораторная работа №4***. Определение местных потерь напора и коэффициентов местных сопротивлений. 41

5. ***Лабораторная работа №5***. Истечение жидкости через отверстие и насадки. 51

6. ***Лабораторная работа №6***. Определение эквивалентной шероховатости. 63

Список использованной литературы. 69

Лабораторная работа № 1

Экспериментальное изучение уравнения Бернулли

Уравнение Бернулли – одно из основных уравнений прикладной гидродинамики. С его помощью решается широкий круг инженерных задач. Принцип действия многих приборов для измерения скорости и расхода потока жидкости основан на использовании уравнения Бернулли.

В гидравлике уравнение Бернулли используется трёх видов:

- для элементарной струйки идеальной жидкости,
- для элементарной струйки вязкой жидкости,
- для потока реальной (вязкой) жидкости.

Вывод каждого последующего уравнения базируется на предыдущем. В то же время каждое уравнение имеет самостоятельное значение и свой круг задач, решаемых с его помощью.

1.1.Теоретические положения

Уравнение Бернулли - уравнение движения жидкости, устанавливающее связь между давлением, скоростью и положением сечения потока или, иначе, между удельной кинетической и удельной потенциальной энергией:

- для элементарной струйки идеальной жидкости

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g}; \qquad (1.1)$$

- для элементарной струйки вязкой жидкости

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + h'_{w_{1-2}}; \qquad (1.2)$$

- для потока реальной (вязкой) жидкости

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w_{1-2}}. \qquad (1.3)$$

Индексы **1** и **2** соответствуют номерам сечений потока, расположенных по ходу движения жидкости.

В уравнениях приняты обозначения:

z – расстояние по вертикали от плоскости сравнения до центра живого сечения, м;

p – абсолютное давление в центре сечения, Па;

ρ - плотность жидкости, кг/м^3;

g - ускорение свободного падения, м/с^2;

u - действительная скорость в ***сечении струйки*** или в ***точке сечения*** потока, м/с;

v - средняя скорость в сечении потока, м/с;

α - коэффициент Кориолиса;

$\mathbf{h'_w}$, $\mathbf{h_w}$ – потери энергии (напора) при движении единицы веса жидкости между двумя сечениями струйки и потока.

1.1.1. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли

Все слагаемые уравнения Бернулли выражают энергетические характеристики жидкости, а именно ***удельные*** (т.е. соответствующие ***единице веса*** жидкости) энергии:

z – ***удельная потенциальная энергия положения***;

$\frac{p}{\rho g}$ - ***удельная потенциальная энергия давления;***

$\frac{u^2}{2g}, \frac{\alpha v^2}{2g}$ - ***удельная кинетическая энергия*** движущейся жидкости;

$z + \frac{p}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g}$ - ***удельная механическая (полная) энергия***.

Для ***идеальной*** жидкости удельная механическая энергия остается постоянной во всех сечениях одной и той же элементарной струйки, взятых по ее длине, т.е. уравнение Бернулли (1.1) выражает ***закон сохранения энергии.***

Движение ***вязкой*** жидкости вызывает обязательное появление касательных напряжений в соответствии с законом вязкого трения. Работа касательных напряжений приводит к переходу части механической энергии в тепло, которое рассеивается по всему объему жидкости и теряется безвозвратно. Поэтому в уравнение Бернулли (1.2) вводится дополнительный член $\mathbf{h'_{w1\text{-}2}}$, учитывающий затраты энергии при движении между двумя сечениями струйки.

Поток жидкости конечных размеров теоретически представляется в виде совокупности бесчисленного множества элементарных струек. И, переходя от струйки к целому потоку жидкости, энергию струек, входящих в сечение потока, складывают. При этом удельная потенциальная энергия для потока жидкости с ***установившимся равномерным*** движением выражается так же, как и для струйки, вследствие справедливости для данного вида движения гидростатического закона распределения давления: для всех точек одного и того же сечения $\mathbf{z + p/(\rho g) = const}$.

При определении кинетической энергии в сечении потока необходимо учитывать закон распределения скорости по живому сечению, который весьма сложен и зависит от режима течения. Поэтому для практических расчетов при решении ***одномерных*** задач вводят понятие средней скорости, по которой и определяют удельную кинетическую энергию в сечении потока. ***Средняя скорость*** – это скорость, постоянная во всех точках сечения, при которой расход остается таким же, как при действительном распределении скоростей в точках сечения:

$$\mathbf{v = Q/\omega}, \qquad (1.4)$$

где $\mathbf{Q}$ – расход жидкости;

$\boldsymbol{\omega}$ – площадь живого сечения потока.

При определении кинетической энергии по средней скорости появляется ошибка, которую устраняют введением коэффициента $\boldsymbol{\alpha}$, называемым коэффициентом Кориолиса (коэффициентом корреляции кинетической энергии) и учитывающим неравномерность распределений действительной скорости. Тогда удельная кинетическая энергия для потока имеет вид: $\alpha v^2/2g$

Уравнение Бернулли для ***потока*** вязкой жидкости – это уравнение ***баланса удельной энергии*** при движении жидкости между двумя сечениями, записанное на основе закона сохранения энергии, где затраты удельной механической энергии, вызванные вязким трением, учтены слагаемым $\mathbf{h_{w_{1\text{-}2}}}$.

1.1.2. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли

Все слагаемые, входящие в уравнение Бернулли, имеют размерность длины и характеризуют следующие высоты (или напоры):

- $\mathbf{z}$ - ***геометрическая высота (геометрический напор)*** - высота положения центра сечения, которая отсчитывается по вертикали от выбранной горизонтальной ***плоскости сравнения***;
- $\dfrac{\mathbf{p}}{\rho \mathbf{g}}$ - ***пьезометрическая высота (пьезометрический напор)***, определяется с помощью пьезометра, установленного в рассматриваемом сечении потока;
- $\dfrac{\alpha v^2}{2g} = \mathbf{H_{ск}}$ - ***скоростной напор*** (или высота скоростного напора).

Сумма геометрического и пьезометрического напоров называется ***гидростатическим напором***:

$$\mathbf{z + \frac{p}{\rho g} = H_{ст}}. \qquad (1.5)$$

Гидростатический и скоростной напоры в сумме составляют ***полный напор:***

$$H = H_{ст} + H_{ск} = z + \frac{p}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g}. \qquad (1.6)$$

Геометрическая интерпретация слагаемых уравнения обусловлена их экспериментальным определением, которое поясняется рис. 1.1. Отсчитывая для сечения геометрический **z** и пьезометрический **p/(ρg)** напоры по одной шкале с нулем, расположенным на плоскости сравнения 0-0, по уровню воды в пьезометре сразу получаем величину ***статического напора*** $H_{ст}$.

Полный напор **H** в ***точке*** сечения, например, в его центре, может быть определен ***трубкой Пито***. Это стеклянная трубка, один конец (носик) которой загнут под углом 90° и установлен навстречу потоку (см. рис. 1.1). По уравнению Бернулли можно получить, что труб-



Рис.1.1. Экспериментальное определение статического, полного и скоростного напоров

ка Пито определяет величину полного напора **H**, а разность показаний трубки Пито и пьезометра соответствует величине скоростного напора в данной точке сечения

$$\frac{u^2}{2g} = H_{ск}. \qquad (1.7)$$

На этом основано определение действительной скорости **u** в ***точке*** потока, в которой располагается носик трубки Пито:

$$u = \sqrt{2gH_{ск}}. \qquad (1.8)$$

1.1.3.Диаграмма уравнения Бернулли, ее построение и анализ

При движении потока жидкости в трубе переменного сечения с изменением диаметра имеют место:

- перераспределения видов механической энергии (напоров);
- затраты энергии на преодоление гидравлических сопротивлений.

Это отражается с помощью диаграммы.

Графическое изображение напоров в сечениях, взятых по длине потока и связанных уравнением Бернулли, называют ***диаграммой уравнения.***

Построение диаграммы для трех сечений трубопровода рассмотрено на рис. 1.2.

На трубопроводе намечены сечения 1-1, 2-2, 3-3 с различными диаметрами d_1, d_2, d_3. В сечениях установлены пьезометры, по которым в каждом сечении определяется статический напор. На схеме трубопровода в принятом масштабе для каждого сечения от выбранной горизонтальной плоскости сравнения 0-0 откладывается величина статического напора $H_{ст}$, в которую входят геометрический **z** и пьезометрический **p/(ρg)** напоры.

Линия, соединяющая значения статических напоров в сечениях по длине потока, называется ***пьезометрической линией***. Эта линия наглядно показывает изменения давления в сечениях, вызванные измене-

ниями их размеров. При переходе от большего сечения 1-1 к меньшему 2-2 давление падает, к большему 3-3 - вновь возрастает, т.е., пьезометрическая линия для трубопровода переменного сечения по ходу движения жидкости может как опускаться, так и подниматься. Затем в каждом сечении рассчитывается средняя скорость **v** и скоростной напор $\alpha v^2/(2g)$. По условию неразрывности потока скоростной напор в сечении 2-2 больше скоростного напора в сечении 1-1, т.е. часть потенциальной энергии жидкости преобразуется в кинетическую. Это подтверждено на диаграмме (см. рис. 1.2) падением пьезометрической линии. И, наоборот, при переходе к большему сечению 3-3 скоростной напор уменьшается, давление возрастает. Пьезометрическая линия поднимается.

Складывая статический напор $\mathbf{H_{ст}}$ с рассчитанным скоростным напором $\alpha v^2/(2g)$, в каждом сечении определяют полный напор **H**.



Рис.1.2. Диаграмма уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости

Линия, соединяющая на диаграмме значения полных напоров в сечениях по длине потока, называется ***линией полного напора или линией полной удельной энергии.*** Полный напор в сечениях потока непрерывно уменьшается на величину ***потерь напора*** (напора, затраченного на преодоление гидравлических сопротивлений), поэтому ***линия полного напора*** обязательно ***понижается*** по ходу движения жидкости.

Проведя горизонтальную линию на уровне полного напора в ***первом*** сечении (линию начального напора), получают на диаграмме область, называемую ***эпюрой потерь напора***, заштрихованную вертикальными штриховыми линиями. Их высота соответствует разностям полного напора в сечении 1-1 и в любом последующем сечении, и показывает потери напора в гидравлических сопротивлениях от начала движения до рассматриваемого сечения.

1.2. Выполнение лабораторной работы

1.2.1. Цель лабораторной работы

Основная цель - научиться определять параметры, входящие в уравнение Бернулли:

- на напорном трубопроводе переменного сечения проследить по приборам переход потенциальной энергии в кинетическую и обратно (при изменении размера сечений) в соответствии с уравнением Бернулли;
- по опытным данным построить диаграмму уравнения Бернулли, а именно, пьезометрическую линию, линию полного напора и эпюру потерь напора;
- проанализировать построенную диаграмму;
- для указанных сечений определить скоростной напор с помощью трубки Пито и пьезометра, рассчитать максимальную скорость в сечении и сравнить ее со средней скоростью потока в данном сечении.

1.2.2. Описание лабораторной установки

Опытная установка (рис. 1.3, **б**) состоит из напорного бака, наклонно расположенной трубы переменного сечения и мерной емкости. В напорный бак для поддержания постоянного напора во время проведения опыта может подаваться вода с помощью подпиточной трубы из системы водоснабжения или с помощью насоса из зумпфа. Труба переменного сечения снабжена регулирующим вентилем и пробковым краном для обеспечения установившегося движения при проведении опыта.

Рабочий участок трубы расположен на стенде и выполнен из оргстекла. На стенде обозначена ***плоскость сравнения***, принятая за «0» шкалы, и выполнена градуировка по вертикали (цена деления – 1 см).

По длине рабочего участка трубы для выполнения лабораторной работы выбраны 19 характерных сечений, отражающих все изменения ее конфигурации и отвечающих целям работы. В каждом таком сечении выведены штуцеры для присоединения к пьезометрическим трубкам и для установки трубок Пито (в сечениях 1, 2, 4, 7, 11, 15, 19).

На участке трубы от 13 до 19 сечения имеются штуцеры для отбора жидкости по пути следования. Это – путевой расход $\mathbf{Q_{пут}}$. Для определения его величины предназначена мерная емкость – бак, который имеет градуировку с ценой деления 5000 см^3.На трубе за рабочим участком установлен расходомер – механический счетчик количества протекающей жидкости. Он предназначен для измерения объема транзитного расхода $\mathbf{Q_{тр}}$, т.е., расхода, который присутствует в трубе от начала до конца.

Кроме упомянутых приборов в работе используются секундомеры для определения времени заполнения фиксированного объема воды в мерном баке и при работе с расходомером.

Экспериментальные данные во время выполнения работы заносятся в бланк с таблицей и со схемой установки (см. рис. 1.3). Бланк по ходу обработки эксперимента заполняется расчетными данными и затем на нем с использованием схемы трубопровода строится диаграмма уравнения Бернулли.

1.2.3. Порядок выполнения работы

1. На установке с помощью подпиточной трубы, регулирующего вентиля и пробкового крана обеспечивается установившееся движение жидкости (вместо подпиточной трубы может быть использован насос).

2. Затем в ***каждом*** сечении снимаются ***показания пьезометров*** и заносятся в первую строку бланка отчета.

3. В сечениях, где установлены трубки Пито, определяется ***разность показаний трубки Пито и пьезометра***, что соответствует величине скоростного напора в точке установки трубки Пито, т.е. по оси потока. Данные заносятся в 7-ю строку бланка.

4. На установке работает бригада из нескольких человек. ***Одновременно*** со снятием показаний пьезометров проводится определение ***времени заполнения указанного объема воды*** в мерном баке и ***времени прохождения установленного объема*** по водомеру.

1.2.4. Обработка результатов эксперимента

1. Расход определяется объёмным методом:

$$\mathbf{Q_{пут} = W_{пут} / t_{пут}};\qquad \mathbf{Q_{тр} = W_{тр} / t_{тр}};\qquad (1.9)$$

$$\mathbf{Q = Q_{пут} + Q_{тр}},\qquad (1.10)$$

где $\mathbf{W_{пут}}$; $\mathbf{W_{тр}}$ – объём путевого расхода и объём транзитного расхода, см^3;

$\mathbf{t_{пут}}$; $\mathbf{t_{тр}}$ – соответствующее время, с.

По приведенным формулам определяется величина расхода в сечениях с **1** по **13**.

Определение расхода в последующих сечениях зависит от количества штуцеров, открытых во время опыта. Рассмотрим несколько примеров.

а) ОБРАБОТКА ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

Объем транзитного расхода $W_{тр}$= см^3; время прохождения транзитного расхода $t_{тр}$= с; транзитный расход $Q_{тр}$= см^3/с

Объем путевого расхода $W_{пут}$= см^3; время заполнения объема путевого расхода $t_{пут}$= с; путевой расход $Q_{пут}$= см^3/с

Общий расход воды $Q = Q_{тр} + Q_{пут}$= см^3/с, Q_{19}= см^3/с, Q_{18}= см^3/с, Q_{17}= см^3/с

№№ пп	Наименование параметров	Номера сечений																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1.	Статический напор (удельная потенциальная энергия) $z + p/\rho g$, см																			
2.	Площадь живого сечения ω, см^2																			
3.	Средняя скорость в сечении v, рассчитанная через расход $v = Q/\omega$, см/с																			
4.	Скоростной напор в сечении (удельная кинетическая энергия) $\alpha v^2/2g$, см; при α=1,1																			
5.	Полный напор в сечении (полная удельная энергия) $z + \frac{p}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g}$, см																			
6.	Потери напора h_w, см (рассчитываются относительно сечения 1)																			
7.	Скоростной напор по оси потока $u^2/2g$, см																			
8.	Скорость по оси потока u, см/с																			

б)

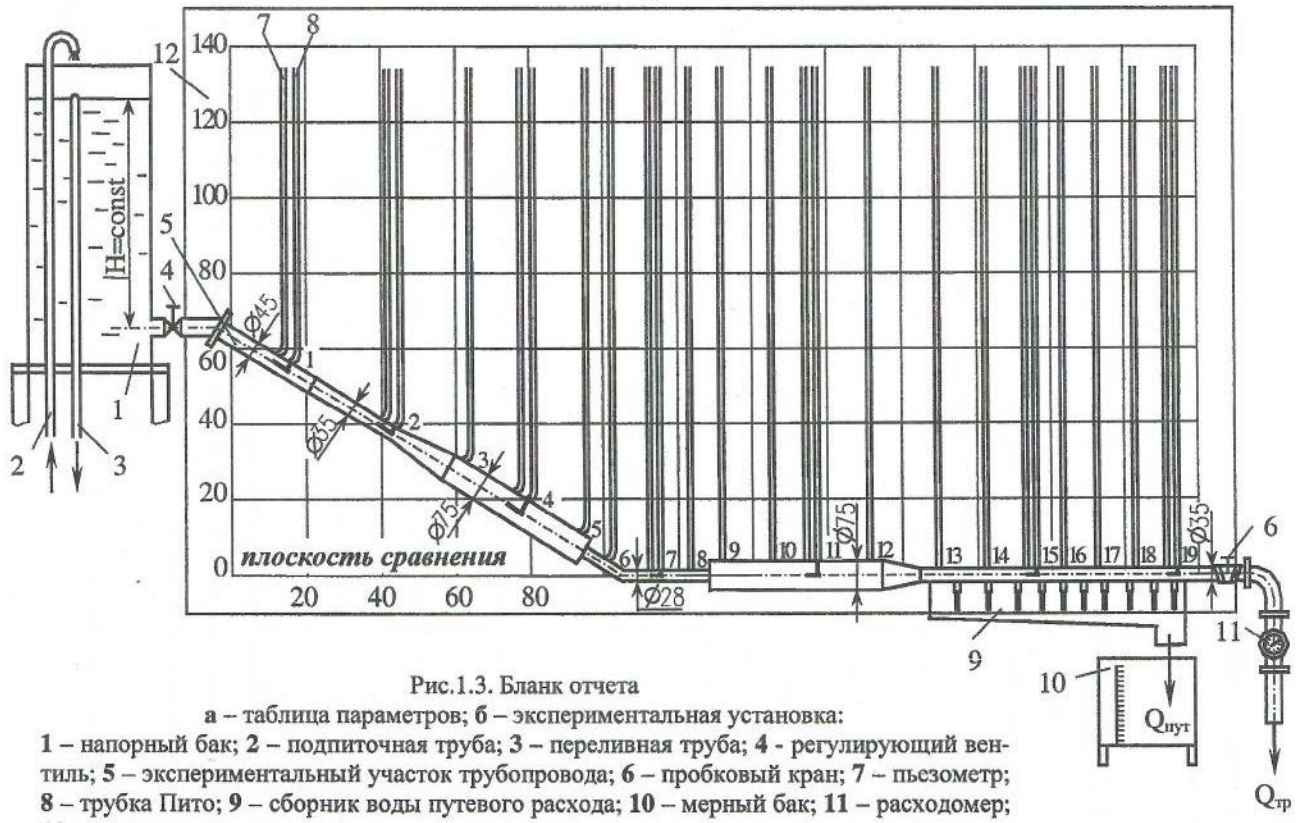


Рис.1.3. Бланк отчета

а – таблица параметров; **б** – экспериментальная установка:

1 – напорный бак; **2** – подпиточная труба; **3** – переливная труба; **4** - регулирующий вентиль; **5** – экспериментальный участок трубопровода; **6** – пробковый кран; **7** – пьезометр; **8** – трубка Пито; **9** – сборник воды путевого расхода; **10** – мерный бак; **11** – расходомер; **12** - стенд

Открыто 3 последних отверстия.

Расход **Q** для сечений с1-го по17-ое определяется по формуле (1.10), для 18-го сечения - $Q_{18} = Q - Q_{пут}/3$; для 19-го - $Q_{19} = Q_{тр}$.

Открыто 4 последних отверстия.

Расход **Q** для сечений с1-го по17-ое определяется по формуле (1.10), для 18-го сечения - $Q_{18} = Q - 2Q_{пут}/4$; для 19-го - $Q_{19} = Q_{тр}$.

Открыто 5 последних отверстий.

Расход **Q** для сечений с1-го по16-ое определяется по формуле (1.10), для 17-го сечения - $Q_{17} = Q - Q_{пут}/5$; для 18-го - $Q_{18} = Q - 3Q_{пут}/5$; для 19-го - $Q_{19} = Q_{тр}$.

При увеличении количества открытых отверстий определение расхода выполняется аналогично. Если работа выполняется без путевого расхода, то $Q = Q_{тр}$.

2. Определяются площади живых сечений:

$$\omega = \pi d^2 / 4 \qquad (1.11)$$

3. Определяется средняя скорость во всех сечениях:

$$v = Q / \omega$$

4. Определяется скоростной напор по средней скорости:

$$H_{ск} = \alpha v^2 / (2g)$$

(при расчете принять: коэффициент Кориолиса $\alpha = 1{,}1$; ускорение свободного падения $g = 981$ см/с^2).

5. Определяется полный напор во всех сечениях:

$$H = H_{ст} + H_{ск} = z + p/(\rho g) + \alpha v^2/(2g)$$

6. Определяются потери напора в гидравлических сопротивлениях от начала движения жидкости, за которое принимается сечение 1, до каждого последующего сечения

$$h_{w1\text{-}i} = H_1 - H_i, \qquad (1.12)$$

где **i** – номер сечения, **i** =1, 2, 3, …,19.

7. По полученному с помощью трубок Пито и пьезометра скоростному напору, определяется максимальная скорость в сечении:

$$u_{max} = \sqrt{2gH_{ск}}.$$

8. Строится диаграмма уравнения. Для этого на схеме установки в масштабе откладываются в каждом сечении значения статического напора $H_{ст} = z + p/(\rho g)$, которые соединяются отрезками ломаной линии. Это – ***пьезометрическая линия***. Затем выше, также для каждого сечения, откладываются значения полного напора $H = z + p/(\rho g) + \alpha v^2/(2g)$ и тоже соединяются прямыми отрезками. Это – ***линия полного напора***. После построения линии полного напора нужно построить эпюру потерь напора. Для этого через точку, соответствующую полному напору в сечении **1**, проводят горизонтальную линию. Это - линия ***начального напора***. Участок между линиями начального напора и полного напора заштриховывается вертикальной штриховкой. Это – ***эпюра потерь напора***. Каждая штриховая линия соответствует потерям напора между первым и любым последующим сечением.

9. Оценить точность определения полного напора для одного из сечений, указанного преподпвателем:

$$\delta H = \frac{\Delta H}{H} = \left| \frac{\Delta(z + \frac{p}{\rho g})}{(z + \frac{p}{\rho g})} \right| + \left| \frac{2\Delta W}{W} \right| + \left| \frac{2\Delta t}{t} \right| \qquad (1.13)$$

где $\Delta(z + \frac{p}{\rho g})$ - абсолютная ошибка показания пьезометра, равная 0,5 цены деления прибора; ΔW - абсолютная ошибка определения объема, равная 0,2 цены деления шкалы мерного бака; Δt - абсолютная ошибка определения времени, принимается равной 0.5 цены деления секундомера.

1.2.5. Вопросы для самопроверки и составления выводов по работе

1. Какой закон выражает уравнение Бернулли?

2. Какой напор называется статическим? Как экспериментально определяется в работе статический напор в сечениях по длине трубы?

3. Какая линия называется пьезометрической?

4. Проанализируйте изменения пьезометрической линии: на каких участках происходит ее понижение или повышение, чем оно обусловлено; наблюдаются ли скачки пьезометрической линии, на каких участках и чем вызваны?

5. Как изменяется пьезометрическая линия на участке постоянного сечения с путевым расходом?

6. Каков геометрический смысл каждого слагаемого в уравнении Бернулли?

7. Каков энергетический смысл каждого члена уравнения Бернулли и всего уравнения в целом?

8. Какая скорость входит в уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, как она определяется?

9. Как определяется расход в лабораторной работе?

10. Как определяется полный напор в сечении?

11. Какие линии, кроме пьезометрической, строятся на диаграмме уравнения Бернулли?

12. Проанализируйте характер линии полного напора по длине трубы: имеется ли подъем линии? резкие падения, чем вызваны?

13. Как определяются потери напора в сечениях, как строится эпюра потерь напора?

14. Каким прибором можно определить скорость в данной точке сечения потока?

15. Сопоставьте значения средней скорости в сечении со скоростью по оси потока в том же сечении? Какая из них больше и почему?

16. Что такое геометрический, пьезометрический и гидравлический уклон? Какой уклон может быть только положительным?

Состав отчета

Отчет составляется на стандартных листах формата А4 и содержит:

- краткие теоретические положения, обязательно включающие используемые расчетные формулы с расшифровкой обозначений и их единицами измерения;
- бланк с заполненной таблицей и построенной диаграммой, на которой должны быть подписаны основные линии и для одного из сечений показаны все напоры;
- выводы по работе, в которых даются подробные ответы на следующие вопросы: 4, 5, 12, 15.

Лабораторная работа № 2

Изучение режимов движения жидкости

2.1. Теоретические положения

Современные представления о двух режимах движения жидкости сформировались в результате работ английского физика Осборна Рейнольдса, опубликованных в 1883-1885 годах и обобщивших экспериментальные исследования многих ученых. Было замечено, что затраты энергии на преодоление гидравлических сопротивлений при движении потока существенно зависят от характера движения жидкости. Было доказано наличие двух режимов движения – ламинарного и турбулентного.

Ламинарным называется упорядоченное течение жидкости, при котором жидкость в потоке перемещается как бы слоями, струйками, параллельными направлению течения, не перемешивающимися друг с другом. Ламинарный режим наблюдается при движении жидкостей с малыми скоростями или при движении очень вязких жидкостей.

Турбулентный режим – форма течения жидкости, при которой частицы совершают неустановившееся движение по сложным траекториям, слойность движения жидкости нарушается, появляется пульсация скорости, вызывающая более или менее интенсивное перемешивание жидких частиц в потоке.

Переход от ламинарного течения к турбулентному может начинаться со случайных возмущений параметров потока. Но пока скорости малы, возмущения затухают за счет действия сил вязкого трения. С увеличением скорости и ростом сил инерции возмущения приводят к потере устойчивости ламинарного режима и переходу его в турбулентный.

Гидродинамическая характеристика, определяющая режим движения жидкости, называется ***числом Рейнольдса*** **Re**. Расчетная зависимость числа Рейнольдса:

- для потоков любого профиля

$$\mathbf{Re} = \frac{\mathbf{v}l}{\nu}; \qquad (2.1)$$

- для трубопроводов круглого сечения:

$$\mathbf{Re} = \frac{\mathbf{v}\mathbf{d}}{\nu}; \qquad (2.2)$$

где **v** – средняя скорость потока, м/с;

l – линейная характеристика потока, м;

d – диаметр трубы, м;

ν – кинематический коэффициент вязкости жидкости, $м^2/с$.

Скорость течения жидкости, при которой происходит переход от одного режима движения к другому, называется ***критической*** ($v_{кр}$). Число Рейнольдса, соответствующее критической скорости, так же называют критическим:

$$\mathbf{Re}_{кр} = \mathbf{v}_{кр}\mathbf{d}/\nu.$$

В технических расчётах для течения в круглых трубах принято значение критического числа Рейнольдса $\mathbf{Re}_{кр} = 2300$.

Ламинарный режим движения будет устойчивым для круглых труб при числах Рейнольдса $\mathbf{Re} < 2300$.

При $\mathbf{Re} > \mathbf{Re}_{кр}$ режим движения будет турбулентным.

Практически переход от ламинарного движения к турбулентному происходит в некотором диапазоне чисел Рейнольдса от нижнего критического $\mathbf{Re}_{кр}^{н} = 2300$ до верхнего критического $\mathbf{Re}_{кр}^{в} = 4000$. Область неустойчивого движения при расчетах относят к турбулентному течению, хотя визуально режим кажется близким к ламинарному.

2.2. Выполнение лабораторной работы

2.2.1. Цель работы

Изучить опытным путём с помощью подкрашивания струек воды наличие двух режимов движения. Рассчитать значения чисел Рейнольдса во всех опытах.

Сравнить визуальные наблюдения режимов движения с теоретическими расчётами.

2.2.2. Описание лабораторной установки

Установка Рейнольдса является классической для изучения режимов движения вязкой жидкости. На рис. 2.1. представлена схема установки, аналогичная установке Рейнольдса. Установка состоит из напорного бака **1** с постоянным уровнем жидкости. Из бака выведена стеклянная труба **2**, имеющая плавный скругленный вход для обеспечения минимальных потерь напора при формировании потока в трубе. Диаметр трубы - **d** = 30 мм, длина - l = 2,5 м. Регулирующий кран **3** служит для изменения скорости движения воды по трубе. Промежуточный резервуар **4** предназначен для смягчения гидравлического удара при открытии и закрытии крана. Объём воды в опыте измеряется мерным бачком **5**. Температура жидкости в питающем резервуаре регистрируется термометром **6**.

Для визуального наблюдения за распределением струек жидкости в потоке к трубе подводится красящая жидкость по двум капиллярным трубочкам из сосуда **7** с красителем. Поступление краски регулируется зажимом **8**.

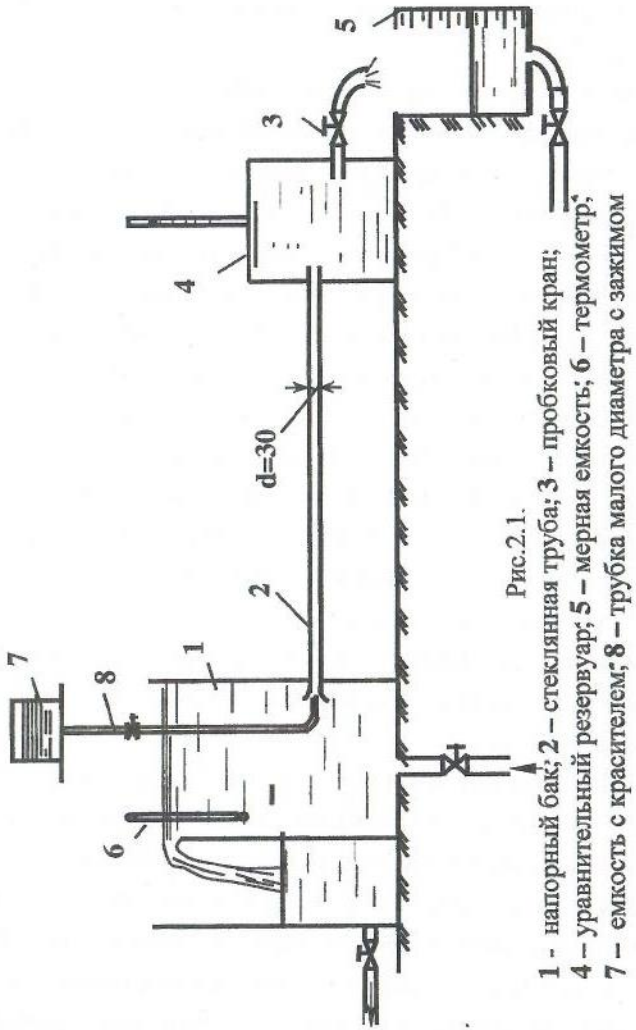


Рис.2.1.
1 - напорный бак; **2 –** стеклянная труба; **3 –** пробковый кран;
4 – уравнительный резервуар; **5 –** мерная емкость; **6 –** термометр;
7 – емкость с красителем; **8 –** трубка малого диаметра с зажимом

2.2.3. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Ознакомиться с установкой и с назначением каждого её элемента и устройства.

2. Записать показания термометра в табл. 2.1.

3. Опыт начинается с малых скоростей. Пробковому крану дается небольшое открытие. Одновременно ослабляется зажим у сосуда с красителем. Добиваются, чтобы скорость поступления красителя по двум капиллярным трубочкам была равна скорости движения воды в стеклянной трубе. Визуально наблюдают поведение окрашенных струек в потоке. При малых скоростях наблюдается параллельно-струйное, прямолинейное, послойное движение воды. В процессе опыта по секундомеру определяется время наполнения 1 литра воды в мерной ёмкости.

4. Пробковому крану дается большее открытие, опыт повторяется. Снова визуально наблюдается поведение окрашенных струек и фиксируется время наполнения принятого объёма воды в мерной ёмкости. Картина опыта снова зарисовывается, если она изменилась.

5. При постепенном открытии крана желательно уловить визуально момент перехода от ламинарного режима к турбулентному, т.е. режиму неустойчивого движения. Окрашенные струйки начинают колебаться, двигаться волнообразно. Скорость движения в этом опыте следует зафиксировать как критическую.

6. В последующих опытах крану дается наибольшее открытие, при котором наблюдаются сильные пульсации, завихрение струек, и наступает момент, когда краска полностью размывается. Это свидетельствует о турбулентном режиме движения. Картину опыта нужно зарисовать.

7. В последнем опыте следует пронаблюдать переход от турбулентного режима к ламинарному, для чего постепенно прикрывать кран.

8. Все опытные данные занести в табл. 2.1, сделать необходимые расчёты и зарисовки траекторий струек в каждом опыте. Для каждого опыта подсчитать значение числа Рейнольдса и сделать заключение о режиме движения.

Таблица 2.1.

Определение режимов движения воды

Наименование параметров	Номер опыта				
	1	2	3	4	5
1. Диаметр трубы **d**,см					
2. Площадь сечения **ω**, $см^2$					
3. Температура воды **T**, °C					
4. Кинематический коэффициент вязкости воды **ν**, $см^2/с$					
5. Объём воды в мерном бак **W**, $см^3$					
6. Время заполнения объёма **t**,с					
7. Расход воды **Q**, $см^3/с$					
8. Средняя скорость воды **v**,см/с					
9. Число Рейнольдса **Re**					
10. Режим движения (визуально)					
11. Режим движения (теоретически)					

2.2.4. Обработка результатов лабораторной работы

Для каждого опыта вычислить

1. площадь живого сечения $\omega = \pi d^2 / 4$,
2. величину расхода воды $Q = W / t$,
3. среднюю скорость воды $v = Q / \omega$,
4. число Рейнольдса $Re = vd / \nu$.

Кинематический коэффициент вязкости ν определяется по таблице 2.2 в соответствии с температурой воды.

5. по рассчитанным числам **Re** теоретически определяется режим движения при сравнении его с $Re_{кр} = 2300$.

Все расчетные данные заносятся в таблицу 2.1.

Таблица 2.2.

Кинематический коэффициент вязкости воды ν при различной температуре T

T,° C	ν, см²/с	T,°C	ν, см²/с	T,°C	ν, см²/с	T,°C	ν, см²/с
1	0,0173	8	0,0139	15	0,0115	22	0,0099
2	0,0168	9	0,0135	16	0,0112	23	0,0096
3	0,0162	10	0,0131	17	0,0109	24	0,0092
4	0,0157	11	0,0128	18	0,0106	25	0,0090
5	0,0152	12	0,0125	19	0,0104	26	0,0088
6	0,0148	13	0,0121	20	0,0101	27	0,0086
7	0,0144	14	0,0118	21	0,0100	28	0,0084

По заданию преподавателя для одного из опытов оценивается величина инструментальной погрешности при определении экспериментальных параметров:

- средней скорости **v**

$$\delta v = v\left(\frac{\delta W}{W} + \frac{\delta t}{t} + 2\frac{\delta d}{d}\right),$$

- числа **Re**

$$\delta Re = Re\left(\frac{\delta v}{v} + \frac{\delta d}{d} + \frac{\delta \nu}{\nu}\right)$$

при $\delta W/W = 1{,}5\%$; $\delta t = 0{,}1$ с; $\delta d = 0{,}5$ мм; $\delta\nu/\nu = 1\%$.

2.2.5. Вопросы для самопроверки и составления выводов по работе

1. Из каких элементов состоит установка Рейнольдса? Их назначение?
2. Для чего измеряется температура воды?
3. Дать определение ламинарного режима, турбулентного течения.

4. Каково назначение сосуда с красителем? Как краситель подается в поток?
5. Каков порядок проведения опытов?
6. Какая скорость называется критической? Какой критерий является гидродинамической характеристикой потока?
7. Что такое критическое число Рейнольдса?
8. Как определяется расход? средняя скорость? число Рейнольдса?
9. Для чего в работе используется кинематический коэффициент вязкости? Какова его размерность?
10. Какими методами в работе определяется режим движения?
11. Чему равна теоретическая критическая скорость для данной трубы? Какое получено опытное значение критической скорости?
12. Совпали ли визуальные наблюдения с теоретическими расчетами?

Состав отчета

Отчет составляется на стандартных листах формата А4 и включает в себя:

- краткие теоретические положения, где обязательно приводятся используемые расчетные формулы с расшифровкой обозначений и их единицами измерения;
- схему установки с названиями входящих в нее элементов;
- выводы по работе, в которых даются ответы на следующие вопросы: 7, 10, 11,12.

Лабораторная работа № 3

Определение потерь напора по длине и коэффициента гидравлического трения

3.1. Теоретические положения

Часть механической энергии, идущая на преодоление ***сил гидравлического сопротивления,*** возникающих при движении реальной (вязкой) жидкости по трубам и каналам, теряется для данной системы безвозвратно. Эта потеря обусловлена необратимым переходом механической энергии, равной работе сил вязкого трения, в теплоту. Поэтому под ***гидравлическими сопротивлениями*** будем понимать все внешние факторы, приводящие к затратам энергии, а под ***гидравлическими потерями*** - величину, равную потере полной энергии на данном участке.

Гидравлические сопротивления, а также и потери напора подразделяют на два вида

- ***потери напора по длине (или линейные)***, т. е. распределенные по всей длине, вдоль которой происходит движение;
- ***местные потери напора***, т. е. сосредоточенные в конкретном месте, где происходит переформирование потока.

Основным гидравлическим сопротивлением при движении потока жидкости является вся внутренняя поверхность твердой границы потока, так называемое ***линейное сопротивление***.

Потери напора по длине в напорном трубопроводе зависят от геометрических размеров трубопровода, длины и диаметров трубы, средней скорости движения, режима движения жидкости и состояния внутренней поверхности трубы, т. е. её шероховатости.

Потери по длине рассчитываются по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$h_l = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}, \qquad (3.1)$$

λ – коэффициент гидравлического трения, коэффициент Дарси;

l, d - длина и диаметр участка;

v - средняя скорость в сечении потока.

Значение коэффициента λ и выбор зависимости для его расчета в общем случае зависят от режима течения жидкости, характеризуемого числом Рейольдса, и шероховатостью Δ/d. Характеристикой шероховатости внутренней поверхности труб является высота выступов шероховатости Δ – ***абсолютная шероховатость***. Отношение Δ/d называют ***относительной шероховатостью***, а обратную величину d/Δ - ***относительной гладкостью***.

$$\lambda = f(Re, \frac{\Delta}{d}). \qquad (3.2)$$

Потери напора h_l связаны со скоростью движения жидкости v закономерностью, которую называют ***общим законом сопротивления***:

$$I = \frac{h_l}{l} = av^n, \qquad (3.3)$$

где I - удельные потери напора по длине (или гидравлический уклон);

a – коэффициент, зависящий от рода жидкости, от формы и размеров русла;

n – показатель степени, изменяющийся от 1 до 2.

При ***ламинарном режиме*** движения ($Re \leq 2300$, $n = 1$, $h_l \sim v$) коэффициент Дарси не зависит от шероховатости стенок и может быть определен по формуле Пуазейля:

$$\lambda = 64/Re. \qquad (3.4)$$

При ***турбулентном режиме*** зависимость h_l от v более сложная, показатель степени n изменяется в пределах от 1,75 до 2. Вследствие этого в турбулентном режиме выделяют три зоны с различным ***законом сопротивления.*** Коэффициент Дарси для каждой из зон определяют по

соответствующим формулам. При этом важным является понятие гидравлических «гладких» и «шероховатых» труб (рис.3.1).

Измерения скоростей показывают, что при турбулентном режиме у стенок имеется тонкий слой жидкости, в котором частицы, подторможенные и направленные стенкой, сохраняют в основном слоистый характер. Этот слой называют ***пограничным*** или ***вязким пристенным слоем*** и толщину его обозначают **δ**:

$$\delta = \frac{32{,}5d}{Re\sqrt{\lambda}}. \qquad (3.5)$$

Определение «гидравлически гладких» стенок связано с толщиной этого слоя следующим образом. Если пристенный слой полностью перекрывает выступы шероховатости (**δ > Δ**, рис. 3.1, а), то стенки называются «гидравлически гладкими», если **δ < Δ**(рис. 3.1, б), то стенки считаются «шероховатыми».



а) «гладкая» стенка б) «шероховатая» стенка в) эквивалентная шероховатость

Рис.3.1. К определению понятий гидравлических «гладких» и «шероховатых» труб

Границы зон турбулентного режима можно определить различными способами, но наиболее применяемыми в последнее время считаются рекомендации А.Д. Альтшуля. Критерием для определения зоны турбулентности является число **Re** и **Δэ/d**, где Δэ - эквивалентная шероховатость. Обычно естественная шероховатость имеет многообразные нерегулярные формы (рис. 3.1, а, б) и установить ее среднее значение невозможно. Поэтому параметр шероховатости вводится как условная величина, определяемая по специальной шкале искусственной однородной шероховатости (рис. 3.1, в). Значения ее приводятся в справочной литературе в зависимости от материала поверхности, способа изготовления, периода и условий эксплуатации. При необходимости Δэ определяется опытным путем.

При турбулентном режиме могут быть рекомендованы следующие зависимости для определения коэффициента Дарси.

1. ***«Гидравлически гладкие» стенки*** ($h_l \sim v^{1,75}$).

К началу этой области будем относить числа **Re > 2300**. Границу конца гладкостенного течения определим по соотношению

$$Re = 20\,d / \Delta_э,$$

т. е. будем считать течение, происходящим вдоль гладких стенок, если

$$2300 < Re \le 20d/\Delta_э. \qquad (3.6)$$

Для этой зоны может быть рекомендована формула Блазиуса:

$$\lambda = 0{,}3164 / Re^{0,25}. \qquad (3.7)$$

2. Область ***доквадратичного закона сопротивления*** шероховатых стенок соответствует турбулентному течению с числами Рейнольдса

$$20d/\Delta_э < Re < 500d/\Delta_э. \qquad (3.8)$$

Коэффициент **λ** в этой области определяется по формуле Альтшуля

$$\lambda = 0{,}11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{\Delta_э}{d}\right)^{0,25} \qquad (3.9)$$

3. Область ***квадратичного закона сопротивления*** характеризуется тем, что потери напора пропорциональны ***квадрату*** скорости: $h_l \sim v^2$.

Границей начала данной области – области автомодельности турбулентного режима – можно считать число Рейнольдса

$$Re = 500d/\Delta_э.$$

В этой области вязкий слой практически разрушен и не оказывает влияния на потери напора, при этом δ минимально возможное и постоянное, а коэффициент гидравлического трения не зависит от числа Рейнольдса.

Итак, при

$$Re \geq 500d/\Delta_э \qquad (3.10)$$

формулы для определения коэффициента Дарси:

Никурадзе

$$\lambda = (1{,}74 + 2\lg(r/\Delta_э))^{-2} \qquad (3.11)$$

Шифринсона

$$\lambda = 0{,}11(\Delta_э/d)^{0{,}25}. \qquad (3.12)$$

На рис.3.2 представлена схема для выбора теоретической расчетной формулы коэффициента λ, обобщающая изложенные выше теоретические положения.

3.2. Выполнение лабораторной работы

3.2.1. Цель лабораторной работы

1. Определить опытным путем коэффициент гидравлического трения, коэффициент Дарси $\lambda_{оп}$ в трубопроводе при различных скоростях движения воды.
2. Рассчитать теоретическое значение коэффициента Дарси $\lambda_{теор}$ в соответствии с режимом движения воды и зоной сопротивления.

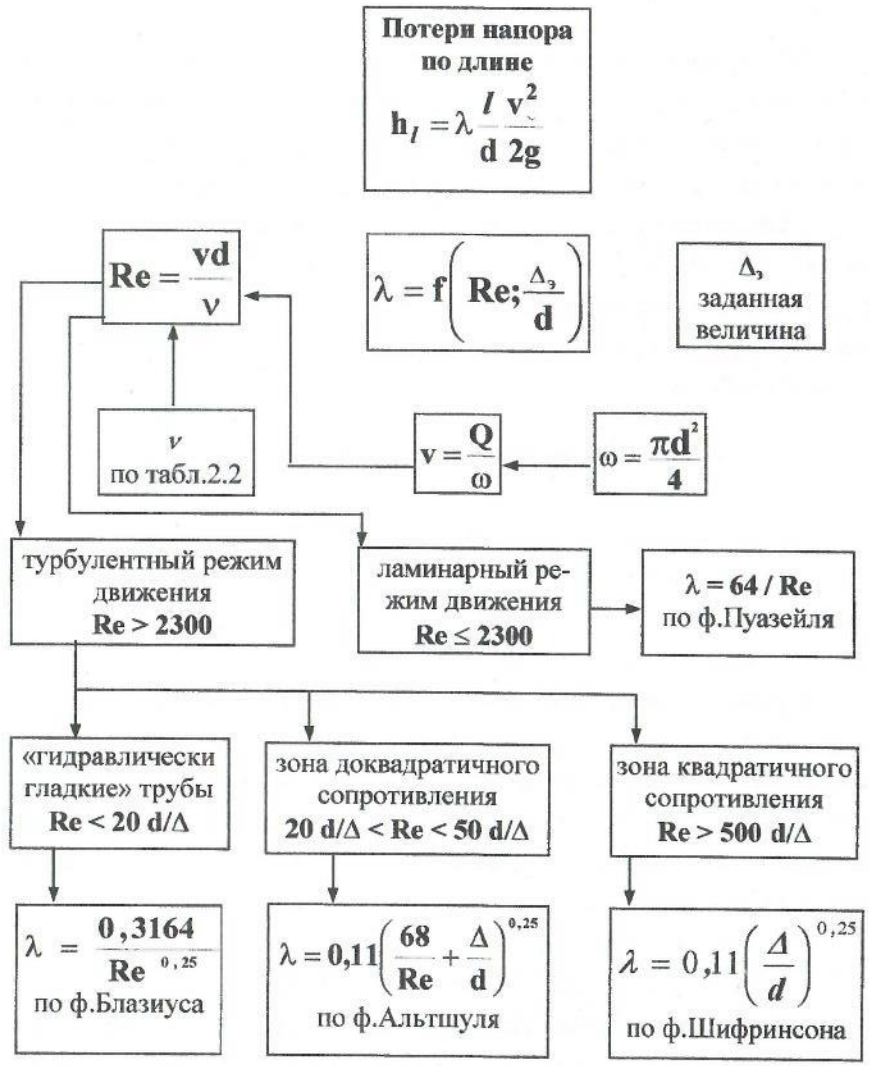


Рис. 3.2. Схема выбора теоретической формулы для расчета коэффициента гидравлического трения $\lambda_{теор}$

3.2.2. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка (рис 3.3) состоит из напорного бака **1**, трубопровода постоянного диаметра **2**, вентиля **3** для регулирования скорости движения воды, пьезометров **4**, присоединенных к штуцерам в начале и в конце испытуемого участка трубы, мерной ёмкости **5**.

Лабораторные работы выполняются при установившемся движении, поэтому для поддержания постоянного напора в напорном баке **1** предусмотрена сливная труба **7**. Подпитка напорного бака осуществляется от центробежного насоса или из водопроводной сети по соответствующим трубам **8**.

3.2.3. Порядок выполнения лабораторной работы

Лабораторная работа по определению коэффициента гидравлического трения λ может быть выполнена по указанию преподавателя на одной из труб: с диаметром **d** = 36мм или **d** = 20 мм. Длина экспериментального участка l = 4,4 м.

В процессе проведения работы опытные значения коэффициента гидравлического трения $\lambda_{оп}$ следует определить при различной средней скорости движения воды в трубе. Первый опыт можно начать с небольшой скорости и затем от опыта к опыту увеличивать скорость, или в обратной последовательности: начать с максимальной скорости и уменьшать ее от опыта к опыту.

Последовательность проведения каждого опыта.

1. Перед началом работы осмотреть установку. В табл. 3.1. внести значения диаметра и длины рабочего участка испытуемой трубы. Проверить подключение пьезометров, установить их нумерацию: 1 – в начале участка трубы; 2 – в конце трубы по ходу движения жидкости. Убедиться, что нет воздушных пробок в соединительных резиновых трубах: показания пьезометра должны быть одинаковы.

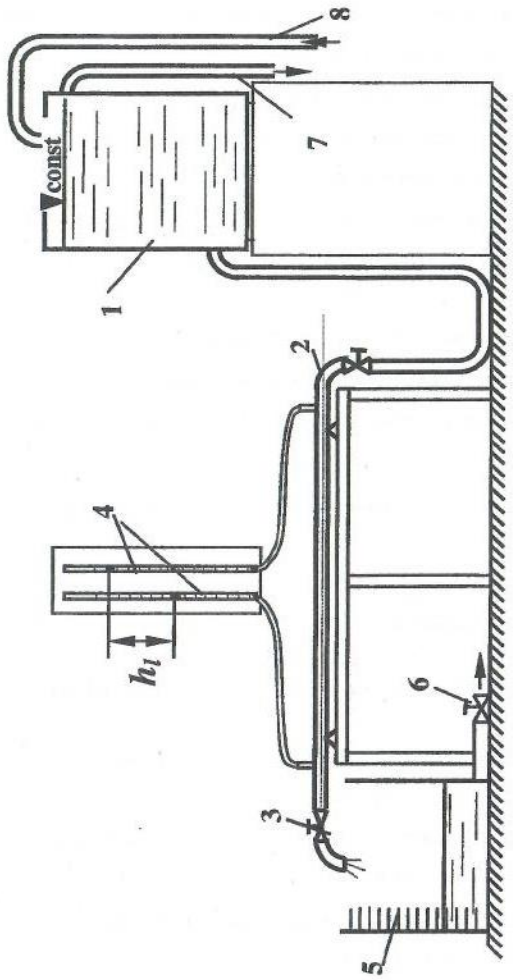


Рис. 3.3. Установка для изучения потерь напора по длине:
1 – напорный бак; 2 – исследуемая труба; 3 – вентиль; 4 – пьезометры; 5 – мерный бак;
6 – сливная труба; 7 – переливная труба; 8 – подпиточная труба

2. Открыть регулировочный вентиль **3**, установить определенную скорость движения воды, одновременно с помощью подпиточной трубы (8) (или насоса) и сливной трубы **7** установить постоянный уровень воды в напорном баке. Таким образом обеспечить установившееся движение воды в экспериментальной установке.
3. Перекрыть вентиль **6** на сливной трубе мерной емкости.
4. Перейти к снятию замеров и показаний приборов:

- снять показания пьезометров **4**;
- с помощью секундомера определить время наполнения определенного объема воды в мерной емкости **5**. Цена деления в мерной емкости 10 литров ($10^4 см^3$);
- измерить температуру воды в мерном баке.

5. Последовательно провести 5-6 опытов при различных скоростях, полностью используя возможности установки. Если мерный бак **5** переполняется в процессе работы, можно, открыв вентиль **6**, слить воду из него, снова закрыть вентиль и продолжить работу до завершения.
6. Все исходные и опытные данные занести в табл. 3.1. и обработать результаты экспериментов.

3.2.4. Обработка результатов лабораторной работы

1. Рассчитывается площадь живого сечения трубы:

$$\omega = \pi d^2 / 4.$$

2. В соответствии с температурой по табл. 2.2.выбирается кинематический коэффициент вязкости воды ν.

3. Находится величина расхода воды в каждом опыте:

$$Q = W / t.$$

4. Определяется средняя скорость воды в каждом опыте:

$$v = Q / \omega.$$

5. Вычисляются потери напора:

$$h_l = p_1/(\rho g) - p_2/(\rho g). \qquad (3.13)$$

6. Рассчитывается опытное значение коэффициента гидравлического трения:

$$\lambda_{оп} = \frac{2gdh_l}{l \cdot v^2}. \qquad (3.14)$$

7. Для каждого опыта вычисляется число Рейнольдса **Re**

$$Re = \frac{vd}{\nu}$$

и определяется режим движения воды.

8. В случае турбулентного режима определяются граничные значения чисел **Re** для установления области сопротивления

$$20d/\Delta_э = ? \qquad 500d/\Delta_э = ?$$

Сравнивая полученные значения с числами **Re** в каждом опыте, определяют зону турбулентного течения.

9. В соответствии с выполненными расчетами руководствуясь теоретическими положениями (рис.3.2), выбирается теоретическая формула для определения коэффициента Дарси $\lambda_{теор}$.

10. Затем для сравнения полученных значений $\lambda_{теор}$ и $\lambda_{оп}$ вычисляется величина отклонения ε опытного значения коэффициента от теоретического:

$$\varepsilon = (|\lambda_{теор} - \lambda_{оп}| / \lambda_{теор}) \cdot 100\%. \qquad (3.15)$$

Результаты обработки измерений заносятся в таблицу 3.1.

11. По заданию преподавателя для одного из опытов может быть выполнен расчет погрешности определения $\lambda_{оп}$. Для этого формула (3.14) может быть представлена в виде:

$$\lambda_{оп} = \frac{h_l d^5 t^2}{0{,}0827 l W^2} \qquad (3.16)$$

и тогда расчет ошибки может быть выполнен по зависимости:

$$\delta\lambda = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta h_l}{h_l} + \frac{5\Delta d}{d} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{2\Delta W}{W} + \frac{2\Delta t}{t}. \qquad (3.17)$$

Таблица 3.1

Определение коэффициента гидравлического трения

Наименование параметров	Номер опыта					
	1	2	3	4	5	6
1. Диаметр трубы **d** ,см						
2. Длина рабочего участка ***l***, см						
3. Площадь живого сечения **ω**, $см^2$						
4. Эквивалентная шероховатость **Δ**,см						
5. Температура воды **T**, °C						
6. Кинематический коэффициент вязкости воды **ν**, $см^2/с$						
7. Объём воды в мерном баке **W**,$см^3$						
8. Время заполнения объёма **t**, с						
9. Расход воды **Q**, $см^3/с$						
10. Средняя скорость воды **v**, см/с						
11. Показание первого пьезометра $p_1/(\rho g)$, см						
12.Показание второго пьезометра $p_2/(\rho g)$, см						
13.Потери напора h_l, см						
14.Опытное значение коэффициента $\lambda_{оп}$						
15.Число Рейнольдса **Re**						
16.Режим движения и область сопротивления турбулентного режима						
17.Теоретическое значение коэффициента $\lambda_{теор}$						
18. Отклонение ε, %						

Абсолютные погрешности измеряемых величин Δ... принимаются следующим образом:

$\Delta d = 0{,}1$ мм; $\Delta W = 0{,}1$ наименьшего деления шкалы мерного бака; $\Delta t = 0{,}1$ с; $\Delta h_l = 0{,}5$ цены деления шкалы пьезометра; погрешностью измерения длины трубы можно пренебречь вследствие малости.

3.2.5. Вопросы для самопроверки и составления выводов по работе

1. Что такое гидравлические сопротивления, какие виды гидравлических сопротивлений учитывают в инженерных расчетах?
2. Каковы причины, вызывающие потери напора по длине? Какие имеются формулы для определения потерь по длине?
3. От каких параметров зависит коэффициент гидравлического трения?
4. Какие зоны турбулентного режима различают?
5. Какой смысл вкладывается в понятия «гидравлически гладкие» и «гидравлически шероховатые» трубы?
6. Что такое «эквивалентная шероховатость», как ее можно определить?
7. Какие имеются рекомендации для определения границ зон турбулентного режима?
8. Какие показатели степени у скорости в общем, законе сопротивления при различных режимах и в разных зонах сопротивления турбулентного режима?
9. Как в данной работе экспериментально определяются потери напора по длине?
10. Из каких элементов состоит лабораторная установка?
11. Какие замеры выполняются в каждом опыте на установке?

Состав отчета

Отчет составляется на стандартных листах формата А4 и содержит следующие моменты:

- краткие теоретические положения, обязательно включающие используемые расчетные формулы с расшифровкой обозначений и их размерностями;
- схему установки с названиями входящих в нее элементов;
- выводы по работе, в которых даются ответы на вопросы: 1, 2, 3, 7, а также приводятся значения границ зон турбулентного режима для данной трубы и обоснование выбранных расчетных формул для теоретического значения коэффициента Дарси; в заключении отмечаются опыты с наилучшей сходимостью опытных и теоретических значений коэффициента.

Лабораторная работа №4

Определение местных потерь напора и коэффициентов местных сопротивлений

4.1.Теоретические положения

Местными сопротивлениями называются различного рода устройства, при прохождении через которые меняется направление движения потока жидкости или величина скорости, или и то, и другое. К местным сопротивлениям относятся краны, задвижки, повороты труб, тройники, внезапное сужение потока, внезапное расширение и т.п.

Потери напора в местном сопротивлении рассчитываются по формуле Вейсбаха:

$$h_r = \zeta \frac{v^2}{2g}, \qquad (4.1)$$

где ζ - коэффициент местного сопротивления, показывающий долю скоростного напора, затрачиваемого на преодоление данного сопротивления.

Течение жидкости через местные сопротивления – очень сложное явление, и теоретические значения коэффициентов ζ получены лишь для немногих видов местных сопротивлений.

Для большинства местных сопротивлений значения коэффициентов ζ получены из экспериментов и приводятся в гидравлических справочниках.

На величину коэффициента ζ влияют многие факторы, в том числе геометрические параметры устройства, режим течения, шероховатость его стенок. Для запорных устройств (кранов, вентилей, задвижек, клапанов, дросселей и т. д.) большое влияние на величину ζ оказывает степень открытия.

Рассмотрим подробнее несколько видов местных сопротивлений, а именно тех, которые используются в данной лабораторной работе.

Вентиль (рис.4.1, а). Это очень распространенный элемент запорной арматуры. Выпускается промышленностью с различной конструкцией и конфигурацией внутренних клапанов. На рисунке показана примерная структура потока при прохождении вентиля. При различном открытии вентиля коэффициент ζ будет иметь свои значения. Кроме того, эти значения зависят от диаметра трубопровода, от расположения делительных стенок. В справочной литературе значения коэффициента ζ чаще всего приводятся для полностью открытого вентиля.

Диафрагма (измерительная шайба) (рис.4.1, б). Такое устройство часто применяется в качестве измерительного прибора для определения величины расхода. В самом деле, потери напора $\mathbf{h_r}$ пропорциональны напору $\mathbf{v^2/(2g)}$ и, следовательно, расходу жидкости **Q**. Если предварительно выполнить тарировочные работы, т.е. опытным путем получить для диафрагмы зависимость $\mathbf{h_r=f(Q)}$ или, наоборот, $\mathbf{Q=f(h_r)}$ то, построив график этой зависимости (рис.4.1, в), можно его применять в дальнейшем для определения величины расхода по показаниям пьезометров или дифманометра.

Значение коэффициента сопротивления ζ для диафрагмы зависят от размера проходного отверстия.

Пробковый кран (4.1, г). Эти устройства часто применяются в гидросистемах для регулирования расхода, для включения и выключения системы. Коэффициент ζ зависит от угла поворота пробки относительно оси. Примерные значения ζ при турбулентном режиме течения с числами $\mathbf{Re>10^4}$ приведены в табл.4.1.

Таблица 4.1

Коэффициент сопротивления пробкового крана

α,град	5	10	20	30	40	50	55	67
ζ	0,05	0,31	1084	6,15	20,7	95,3	275	∞

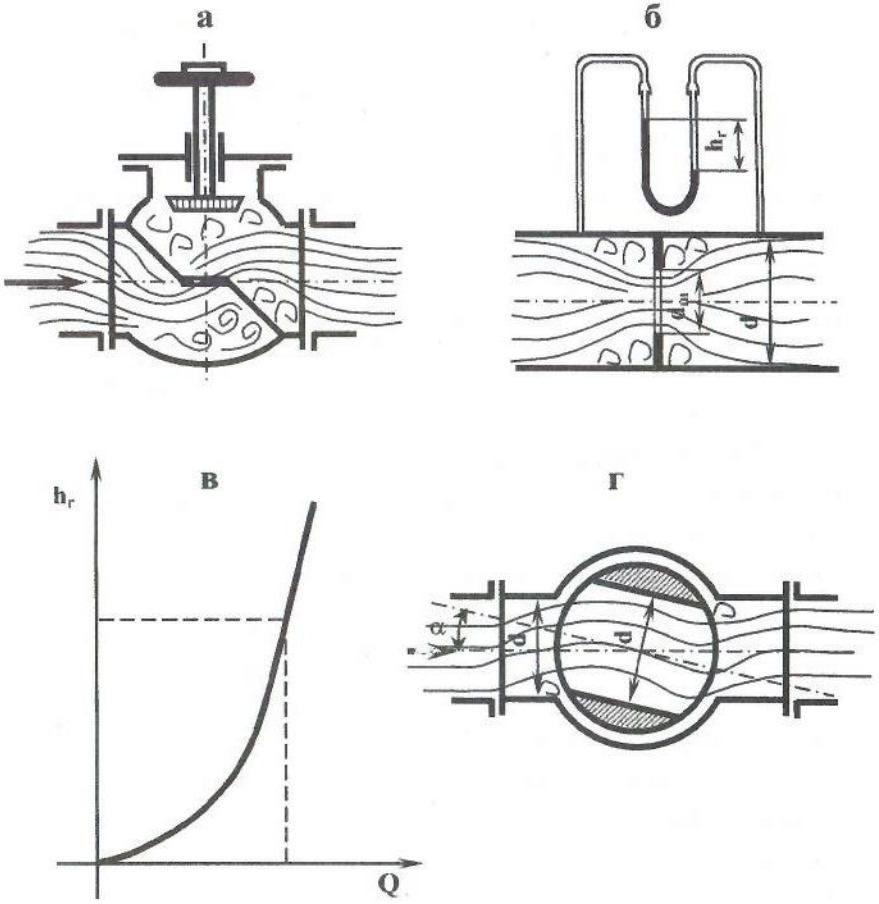


Рис. 4.1. Примеры местных сопротивлений

Значения коэффициентов ζ для местных сопротивлений строго индивидуальны и даже при соблюдении рекомендаций по установке стандартной аппаратуры в каждом случае могут появиться отклонения значений ζ от табличных справочных данных. Поэтому важно уметь определять коэффициенты сопротивлений опытным путем.

4.2. Выполнение лабораторной работы

4.2.1. Цель лабораторной работы

1. Определить опытным путем коэффициенты местных сопротивлений различных устройств: вентиля, пробкового крана, диафрагмы.

2. Изменить угол открытия пробкового крана в пределах от 5° до 45° и, определив коэффициенты сопротивления пробкового крана при разных углах открытия, сравнить опытные значения с табличными.

4.2.2. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка для изучения потерь напора в местных сопротивлениях аналогична установке для определения потерь напора по длине. Обе питаются от одного напорного бака, смонтированы на одной раме, имеют аналогичные измерительные приборы.

Лабораторная установка (рис. 4.2) состоит из напорного бака **1**, трубопровода постоянного диаметра **2** с вентилем **3** для регулирования расхода и с рабочими местными сопротивлениями: вентилем **4**; пробковым краном **5**, диафрагмой **6**. На трубе у каждого местного сопротивления, до и после него, имеются штуцеры, к которым присоединены пьезометры **7**. Мерная емкость **8** оборудована сливом **9**. У напорного бака **1** для обеспечения постоянного напора имеется подпиточная **10** и сливная **11** трубы.

4.2.3. Порядок выполнение лабораторной работы

Перед началом выполнения опытов осмотреть установку, внимательно разобраться с присоединением пьезометров к местным сопротивлениям, установить их нумерацию по ходу движения жидкости для каждого местного сопротивления. Убедиться, что в резиновых трубках, идущих к пьезометрам, нет пузырьков воздуха.

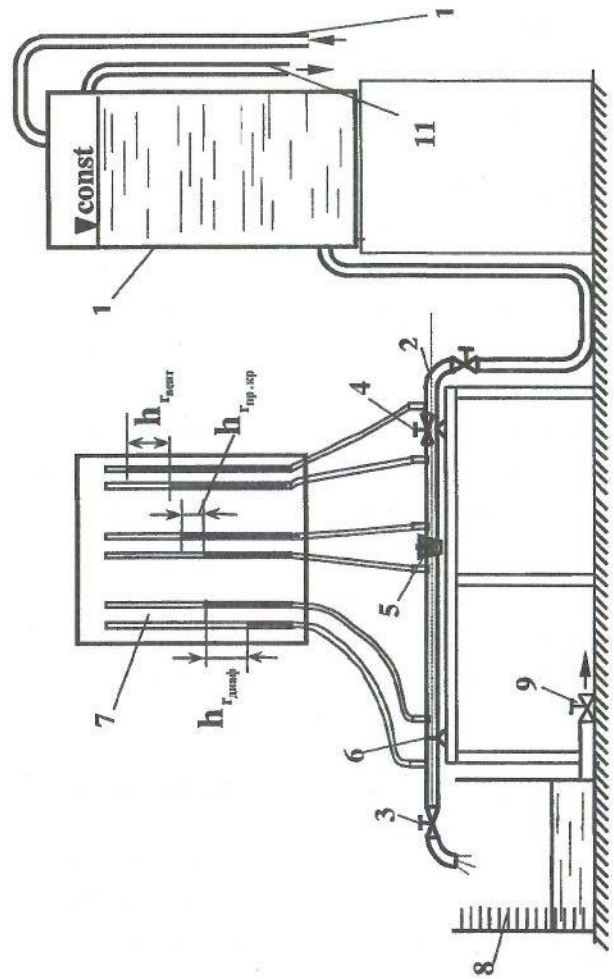


Рис.4.2. Установка для изучения потерь напора в местных сопротивлениях:
1 – напорный бак; **2** – исследуемая труба; **3** – вентиль для регулирования скорости; **4** – вентиль; **5** – пробковый кран; **6** – диафрагма (шайба); **7** – пьезометры; **8** – мерный бак; **9** – сливная труба; **10** - подпиточная труба; **11** – переливная труба

На установке можно проводить различные опыты, в том числе тарирование измерительной диафрагмы, определение зависимости коэффициентов сопротивления пробкового крана от угла поворота пробки.

Чаще всего определяются коэффициенты ζ для всех сопротивлений при двух различных расходах воды.

Порядок эксперимента следующий:

1. Открыть полностью вентиль **4** и пробковый кран **5**.
2. Вентилю **3** дать значительное открытие, так чтобы установился развитый турбулентный режим (открывать вентиль **3** можно до тех пор, пока есть показания во 2-ом пьезометре измерительной шайбы).
3. Подпиточным краном или насосом установить постоянный уровень воды в напорном баке.
4. Перекрыв вентиль слива мерного бака, измерить время заполнения установленного объема. Снять показание всех пьезометров (у каждого местного сопротивления). Открыть слив и измерить температуру воды в мерном баке. Данные опыта заносятся в таблицу 4.2.
5. Следующая серия опытов проводится при измерении угла открытия пробкового крана. Гаечным ключом пробка поворачивается на определенный угол в интервале от 5° до 45°. Опыт повторяется при новом расходе.

4.2.4. Обработка результатов лабораторной работы

Обработка экспериментальных данных аналогична обработке данных лабораторной работы №3 по определению потерь напора на трение по длине. В расчетах принять ускорение свободного падения $\mathbf{g = 981}$ см/с^2.

Таблица 4.2.

Определение коэффициентов местных сопротивлений

Наименование параметров	Вентиль		Пробковый кран		Диафрагма	
	1 опыт	2 опыт	1 опыт	2 опыт	1 опыт	2 опыт
1. Диаметр трубы **d** ,см						
2. Площадь живого сечения ω, см^2						
3. Температура воды **T**, °C						
4. Кинематический коэффициент вязкости воды ν,см^2/с						
5. Объём воды в мерном баке **W**, см^3						
6. Время опыта **t**, с						
7. Расход воды **Q**, см^3/с						
8. Средняя скорость воды **v**, см/с						
9. Показание первого пьезометра $\mathbf{p_1/(\rho g)}$, см						
10.Показание второго пьезометра $\mathbf{p_2/(\rho g)}$, см						
11.Потери напора $\mathbf{h_r}$, см						
12. Коэффициент местного сопротивления ζ						
13.Число Рейнольдса **Re**, режим течения						

1. Рассчитывается площадь живого сечения трубы:

$$\omega = \pi d^2 / 4.$$

2. В соответствии с температурой по табл. 2.2 .выбирается кинематический коэффициент вязкости воды ν.

3. Находится величина расхода воды в каждом опыте:

$$Q = W / t.$$

4. Определяется средняя скорость воды в каждом опыте:

$$v = Q / \omega.$$

5. Вычисляются местные потери напора:

$$h_r = p_1/(\rho g) - p_2/(\rho g). \qquad (4.2)$$

6. Определяется значение коэффициентов местных сопротивлений:

$$\zeta = 2gh_r/v^2 . \qquad (4.3)$$

7. Для каждого опыта вычисляется число Рейнольдса **Re**

$$Re = \frac{vd}{\nu}$$

и определяется режим движения воды.

8. Все расчетные данные заносятся в таблицу 4.2.

9. По заданию преподавателя для одного из опытов может быть выполнен расчет погрешности определения ζ. Для этого формула (4.3) может быть представлена в виде:

$$\zeta = 12{,}08\, h_r\, d^4\, t^2/W^2 \qquad (4.4)$$

и тогда расчет относительной систематической погрешности может быть выполнен по зависимости:

$$\delta\zeta = \frac{\Delta\zeta}{\zeta} = \frac{\Delta h_r}{h_r} + \frac{4\Delta d}{d} + \frac{2\Delta W}{W} + \frac{2\Delta t}{t}. \qquad (4.5)$$

Абсолютные погрешности измеряемых величин Δ... принимаются следующим образом:

$\Delta d = 0{,}1$ мм; $\Delta W = 0{,}1$ наименьшего деления шкалы мерного бака; $\Delta t = 0{,}1$ с; $\Delta h_r = 0{,}5$ цены деления шкалы пьезометра.

4.2.5. Вопросы для самопроверки и составления выводов по работе

1. Что такое местное сопротивление?
2. По какой формуле рассчитываются местные потери напора?
3. Какие местные сопротивления используются при выполнении лабораторной работы?
4. Как экспериментально в данной работе определялись местные потери напора?
5. От чего зависит коэффициент местного сопротивления для запорной аппаратуры?
6. Из каких элементов состоит лабораторная установка?
7. Какие измерения выполняются в каждом опыте?
8. Для чего измеряется температура в опыте?

Состав отчета

Отчет составляется на стандартных листах формата А4 и содержит следующее:

- краткие теоретические положения, обязательно включающие используемые расчетные формулы с расшифровкой обозначений и их размерностями;
- схему установки с названиями входящих в нее элементов и построением пьезометрической линии для одного из опытов;
- выводы по работе, в которых даются ответы на вопросы: 1, 2, 3, 4. Так же следует указать, каким был угол открытия ***пробкового крана*** в 1 и 2 опытах, как изменилось значение коэффициента сопротивления крана при изменении угла. Сравнить экспериментальные значения коэффициента с табличными (таб. 4.1). Если по таблице интерполирование значения коэффициента $\zeta_{кр}$ не дает достаточной точности, то значение коэффициента $\zeta_{кр}$ требуется найти по графику (рис. 4.3).

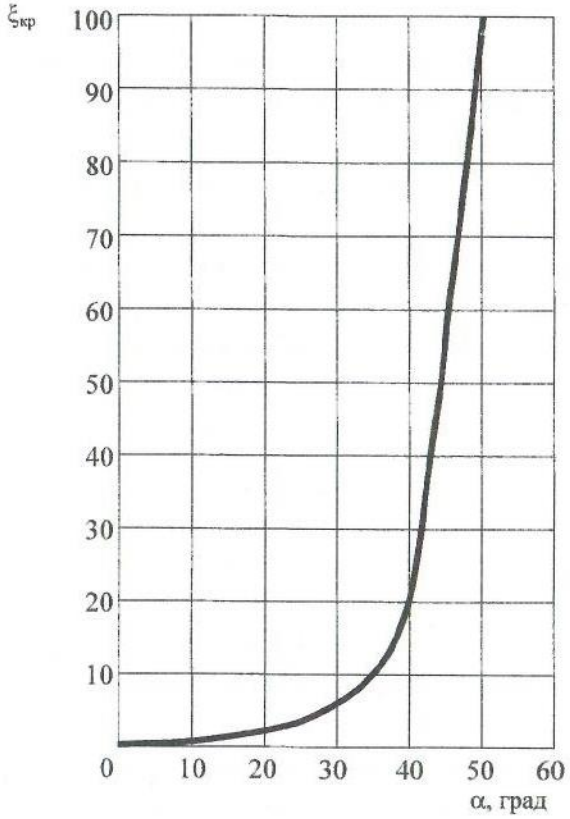


Рис. 4.3. График зависимости коэффициента сопротивления пробкового крана от угла поворота

Лабораторная работа №5

Истечение жидкости через отверстия и насадки

5.1. Теоретические положения

В инженерной практике часто приходится встречаться с явлниями истечения жидкости через отверстия различной формы и через насадки - короткие патрубки разной конфигурации длиной $(3\div5)\mathbf{d}_{отв}$ (диаметров отверстий), к которым они присоединены. Через отверстия и насадки происходит перетекание жидкости из одного резервуара в другой, опорожнение резервуаров. Насадки и их комбинации являются конструктивными элементами различных аппаратов и устройств.

Отверстия различают малые и большие, в тонкой или толстой стенке. Истечение может происходить при постоянном или переменном напоре.

Насадки по форме патрубка могут быть цилиндрические (внутренние и внешние), конические (сходящиеся и расходящиеся) и коноидальные, выполненные по форме выходящей струи.

Отверстие можно считать малым, если его высота не превышает 0,1H. При этом условии скорость в точках сжатого сечения (на расстоянии полудиаметра, рис.5.1) практически одинакова и может быть определена по формуле

$$\mathbf{v} = \varphi\sqrt{\mathbf{2gH}}\ , \qquad (5.1)$$

где **H** – напор над центром тяжести отверстия;

φ - коэффициент скорости, которым учитываются потери энергии на формирование струи, выходящей из отверстия с коэффициентом местного сопротивления $\zeta_{отв}$,

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \zeta_{отв}}} \qquad (5.2)$$

α - коэффициент Кориолиса, $\alpha = 1$ при турбулентном режиме.

Площадь сжатого сечения струи определяется через площадь отверстия ω и коэффициент сжатия ε: $\omega_{сж} = \varepsilon\omega$, тогда $\varepsilon = \omega_{сж}/\omega$ и для круглого отверстия

$$\varepsilon = d_{сж}^2/d^2 \ . \qquad (5.3)$$

При установившимся движении пропускная способность **Q** (расход) малых отверстий и насадков вычисляется по зависимости:

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gH}\ , \qquad (5.4)$$

в которой μ – коэффициент расхода, связанный с остальными коэффициентами соотношением

$$\mu = \varepsilon\varphi. \qquad (5.5)$$

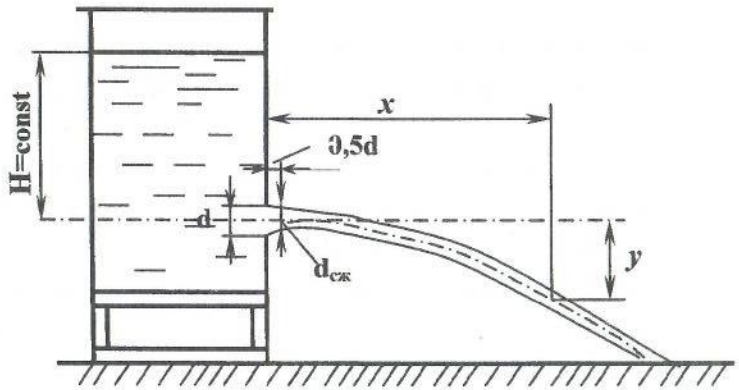


Рис.5.1. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке

Коэффициенты истечений $\zeta_{отв}$, ε, φ, μ зависят от формы отверстий и насадков, характера обработки кромок отверстия, от полноты и совершенства сжатия струи, а для конических насадков – от угла конусности. Для некоторых видов отверстий и насадков значения коэффициентов приведены в табл.5.1.

Таблица 5.1

Коэффициенты скорости, сжатия струи и расхода

Вид конструктивного элемента	φ	ε	μ
Круглое отверстие в тонкой стенке с полным совершенным сжатием	0,97	0,64	0,62
Внешний цилиндрический насадок	0,82	1,00	0,82
Конический сходящийся насадок с углом конусности $13^{\circ}24'$	0.96	0.98	0,94
Конический расходящийся насадок с углом конусности 7°	0,50	1,00	0,50

Явление сжатия струи весьма сложно: форма поперечного сечения струи изменяется по сравнению с формой сечения струи в самом отверстии. Это явление называется ***инверсией струй***. Так, при вытекании жидкости из круглого отверстия струя имеет в сжатом сечении форму эллипса; из квадратного - форму креста; из треугольного - форму буквы γ.

Для вывода формул опытного определения коэффициентов истечения рассматривается свободное истечение струи через малое отверстие в тонкой стенке с полным совершенным сжатием. Траектория струи имеет форму параболы (рис.5.1). Координаты траектории струи можно получить, допустив, что каждая частица струи движется, как свободная материальная точка, на которую действует только сила тяжести.

Тогда горизонтальное перемещение равно $x = vt$,

вертикальное – $y = gt^2/2$.

Исключив **t**, выразим скорость через координаты x и y

$v = x\sqrt{g/(2y)}$. Приравнивая полученное выражение к скорости по формуле (5.1), получим

$$\varphi = \frac{x}{2\sqrt{yH}} \qquad (5.6)$$

Отличительной особенностью истечения жидкости через гидравлические насадки является образование сжатого сечения внутри насадка на расстоянии **0,5d** и возникновение вакуума в области сжатия струи. Сужаясь на входе в насадок, как при истечении через отверстие, струя жидкости затем расширяется, заполняя все сечение. Сжатие струи отсутствует в коноидальном насадке, форма которого очерчена по форме вытекающей струи.

Наличие вакуума внутри насадка, присоединенного к отверстию, способствует дополнительному подсосу жидкости и увеличению пропускной способности отверстия, т.к. для насадка действующий напор увеличивается. Он складывается из пьезометрического (**H**) и вакуумметрического ($\mathbf{H_{вак}}$) напоров. Для насадков величина вакуума составляет: цилиндрический ≈ **0,75H**; конический сходящийся ≈ **0,8H**; конический расходящийся ≈ **0,85H**.

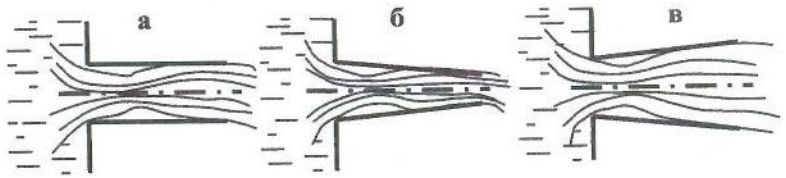


Рис.5.2. Истечение жидкости через насадки
а - внешний цилиндрический насадок, **б** - конический сходящийся насадок, **в** - конический расходящийся насадок

Особенности истечения жидкости через насадки – наличие вакуума - учитываются величиной коэффициентов скорости φ, сжатия ε и расхода μ (табл.5.1).

5.2. Выполнение лабораторной работы

5.2.1. Цель лабораторной работы

Целью лабораторной работы является экспериментальное изучение процесса истечения жидкости через малое отверстие в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре с определением коэффициентов скорости, сжатия и расхода.

5.2.2. Описание лабораторной установки

Установка для проведения лабораторных работ (рис.5.3) по изучению истечения жидкости через отверстия и насадки состоит из металлического напорного бака **1**, на торцевой стенке которого имеются малое отверстие в тонкой стенке **2** и гидравлические насадки: внешний цилиндрический **3**, конический расходящийся **4** и конический сходящийся **5**. Краном **6** регулируется поступление воды в бак и поддерживается постоянный действующий напор **H** при проведении эксперимента. Напор **H** на уровне оси отверстия измеряется с помощью пьезометра **7**. Подвижным координатником **8** измеряются координаты (**x**, **y**) вытекающей струи. Расход жидкости определяется объемным методом по установленному объему и времени заполнения его в подвижном мерном баке **9**. Кран **10** служит для выпуска воздуха из бака **1** при заполнении его водой. При помощи клапанов **11** осуществляется открытие отверстия и насадков. Для гидравлических насадков величина вакуума определяется с помощью U -образного вакуумметра **12**.

5.2.3. Порядок выполнения лабораторной работы

1. С помощью штангенциркуля проводятся замеры геометрических размеров отверстия и насадков, а именно, внутреннего диаметра. Линейкой замеряется координата *y* на подвижном координатнике **8**. Это расстояние от оси отверстия до натянутой нити в координатнике.

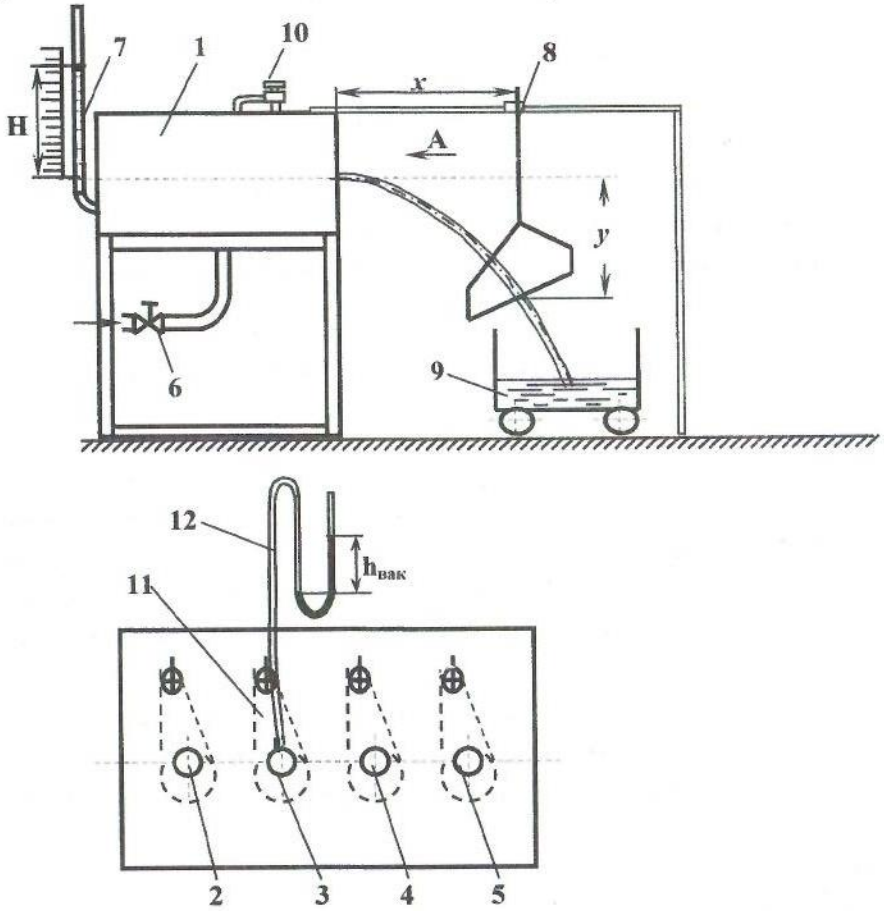


Рис.5.3. Схема установки для изучения истечения жидкости через отверстие и насадки

Данные вносятся в табл. 5.2 для отверстия или в табл. 5.3 для насадков.

2. Открывается регулировочный кран **6.** Заполняется напорный бак **1** и устанавливается некоторый действующий напор **H**. При заполнении напорного бака установка освобождается от воздуха путем открытия крана **10**.

3. Поворотом клапана **11** открывается малое отверстие или один из насадков в зависимости от цели эксперимента.

4. При помощи регулировочного вентиля **6** устанавливается постоянный действующий напор **H**, который фиксируется по пьезометру (**7**).

5. Производится визуальное наблюдение за характером истечения жидкости, видом вытекающей струи, ее траекторией. Для малого отверстия наблюдается явление инверсии струи.

6. Одновременно измеряются и записываются следующие параметры: действующий напор **H** по пьезометру **7**; время **t** наполнения установленного объема жидкости в подвижном баке, принимающем вытекающую струю; координата ***x*** траектории вытекающей струи, при этом натянутая нить координатника **8** должна быть установлена по оси струи; диаметр струи в сжатом сечении $d_{сж}$ на расстоянии **0,5d** от входа в отверстие.

Все данные вносятся в соответствующие таблицы: табл. 5.2 или табл. 5.3.

7. При истечении жидкости через насадки замеряется величина вакуума с помощью U - образного вакуумметра **9**, заполненного жидкостью, плотность которой больше плотности воды, например, четыреххлористым углеродом CCl_4 или ртутью.

В табл. 5.3 вносится величина $h_{вак}$,, равная высоте столба жидкости в U - образном манометре и соответствующая вакууму.

При проведении опытов с насадками наличие вакуума можно наглядно продемонстрировать следующим образом: на расстоянии **0,5d** в месте сжатия струи и возникновения вакуума выводится штуцер, на который одевается резиновая трубка с зажимом, трубка опускается в сосуд с подкрашенной жидкостью. При открытии зажима подкрашенная жидкость вследствие вакуума всасывается в насадок, и струя, выходящая из насадка, окрашивается.

8. В конце опыта закрывается клапан **11**, а по окончании всех опытов закрывается кран **6** на трубе, подающей воду в напорный бак **1**. Затем выпускается вода из напорного бака.

Таблица 5.2

Истечение жидкости через малое отверстие

Наименование параметров	№ опыта				
	1	2	3	4	5
1. Диаметр отверстия **d** ,см					
2. Площадь живого сечения **ω**, $см^2$					
3. Действующий напор **H**, см					
4. Объем воды в мерной емкости **W**, $см^3$					
5. Время наполнения принятого объема **t**, с					
6. Объемный расход воды **Q**, $см^3/с$					
7. Коэффициент расхода **μ**					
8. Координата траектории струи **x**, см					
9. Координата траектории струи **y**, см					
10. Коэффициент скорости **φ**					
11. Коэффициент сжатия **ε**					
12. Диаметр струи в сжатом сечении $d_{сж}$, см					
13. Опытное значение коэффициента сжатия $ε_{оп}$					

Таблица 5.3

Истечение жидкости через гидравлические насадки

Наименование параметров	Цилиндрический насадок		Конический расходящийся насадок		Конический сходящийся насадок	
	Опыты		Опыты		Опыты	
	1	2	1	2	1	2
1. Диаметр насадка **d** ,см						
2. Площадь живого сечения **ω**, $см^2$						
3. Действующий напор **H**, см						
4. Показание вакуометра $h_{вак}$, см						
5. Вакуумметрический напор $H_{вак}$, см вод. ст.						
6. Расчетный напор $H_{расч}=H+H_{вак}$, см						
7. Объем воды в мерной емкости **W**, $см^3$						
8. Время наполнения принятого объема **t**, с						
9. Объемный расход воды **Q**, $см^3/с$						
10. Коэффициент расхода **μ**						
11. Координата траектории струи **x**, см						
12. Координата траектории струи **y**, см						
13. Коэффициент скорости **φ**						
14. Коэффициент сжатия **ε**						

5.2.4. Обработка экспериментальных данных

Для удобства вычислений линейную размерность следует принять в см, поэтому ускорение $g = 981$ см/с^2.

До начала обработки экспериментальных данных следует проверить, чтобы в табл.5.2 или табл. 5.3 были внесены следующие величины, полученные в результате измерений:

d - диаметр отверстия или насадков;

H - действующий напор;

W - объем воды в мерной емкости;

t – время заполнения фиксированного объема воды;

x и ***y*** - координаты вытекающей струи;

$\mathbf{d_{сж}}$ - диаметр сжатого сечения струи для малого отверстия;

$\mathbf{h_{вак}}$ - показание вакуумметра для насадков.

При обработке опытных данных следует вычислить следующие параметры и внести в соответствующую таблицу.

1. Площадь живого сечения $\omega = \pi d^2 / 4$.
2. Объемный расход воды $Q = W / t$.
3. Коэффициент расхода $\mu = Q / \omega\sqrt{2gH}$. (5.6)
4. Коэффициент скорости, определяется по формуле 5.2

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \zeta_{отв}}}.$$

5. Значение коэффициента сжатия ε определяется, исходя из величины коэффициентов расхода μ и скорости φ согласно формуле 5.5:

$$\varepsilon = \mu / \varphi.$$

6. Опытное значение коэффициента сжатия ($\varepsilon_{оп}$) можно получить путём геометрических замеров диаметра отверстия и диаметра струи в сжатом сечении и рассчитать по формуле 5.3: $\varepsilon = d_{сж}^2 / d^2$.

7. Величину вакуумметрического напора в гидравлических насадках рассчитываем в см вод. ст., исходя из следующих рассуждений. Вакуумметрическое давление внутри насадка определяется по зависимости:

$$p_{вак} = \rho_ж g h_{вак}, \quad (5.7)$$

где $\rho_ж$ – плотность жидкости в приборе (уточняется у преподавателя);

$\mathbf{h_{вак}}$- показание U-образного вакуумметра.

Вакуумметрический напор внутри насадка в см вод.ст. найдется из соотношения

$$H_{вак}\,(\text{см вод.ст.}) = p_{вак}/\rho_{воды} g = \rho_ж h_{вак} / \rho_{воды}. \quad (5.8)$$

Показание $\mathbf{h_{вак}}$ U-образного манометра следует снимать в см.

Закончив обработку экспериментальных данных, следует проанализировать полученные величины коэффициентов расхода, скорости и сжатия и сравнить их с табличными значениями, приведенными в табл. 5.1.

5.2.5. Вопросы для самопроверки и составления вывода по работе

1. Какое отверстие называется малым отверстием в тонкой стенке?
2. Какое явление называется инверсией струи?
3. Что такое гидравлический насадок? Классификация насадков.
4. Приведите расчетную формулу пропускной способности **Q**, (расхода) для отверстий и насадков.
5. Каковы особенности истечения жидкости через насадки?
6. Как влияет возникновение вакуума в насадке на величину расхода?
7. Какими коэффициентами характеризуется процесс истечения через отверстия и насадки? От чего зависит величина этих коэффициентов?
8. Опишите принцип действия лабораторной установки для изучения процесса истечения жидкости через отверстия и насадки.
9. Какие показания снимаются в процессе проведения лабораторной работы?

10. Какие параметры и коэффициенты рассчитываются, исходя из опытных данных?

11. Приведите примеры области применения отверстий и насадков.

Состав отчета

Отчет составляется на стандартных листах формата А4 и содержит следующее:

- краткие теоретические положения, обязательно включающие используемые расчетные формулы с расшифровкой обозначений и их размерностями;
- схему установки с названиями входящих в нее элементов;
- выводы по работе, в которых должны быть сформулированы цели и задачи эксперимента, описан процесс истечения жидкости через отверстие и особенности истечения через насадки. Провести сравнение опытных и табличных значений характеристических коэффициентов скорости, сжатия и расхода, дана оценка проведенным опытам.

Лабораторная работа № 6

Определение эквивалентной шероховатости трубопровода

6.1. Теоретические положения

При движении жидкости в напорном трубопроводе потери напора по длине трубы постоянного сечения зависят от геометрических размеров трубопровода l, d, скоростного напора $v^2/(2g)$ и коэффициента гидравлического трения λ и рассчитываются по формуле Дарси-Вейсбаха:.

$$h_l = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}.$$

Как известно (см. лабораторную работу №3), коэффициент Дарси λ в общем случае является функцией числа Рейнольдса и шероховатости $\lambda = f(Re, \Delta/d)$. Движение воды в технических трубопроводах чаще всего происходит при турбулентном режиме, так как ламинарный режим в них весьма неустойчив. При турбулентном режиме определение коэффициента Дарси обусловлено областью (зоной) сопротивления. Понятие области сопротивления связано с шероховатостью и толщиной образующегося у стенки трубопровода пограничного слоя (или подслоя), называемого вязким (ранее – ламинарным) пристенным слоем, толщину которого можно оценить по формуле (3.5)

$$\delta = \frac{32{,}5d}{Re\sqrt{\lambda}}.$$

Данный слой характеризуется малыми скоростями движения жидкости, и его толщина влияет на характер трения при турбулентном режиме и на общий закон сопротивления (3.3)

$$I = \frac{h_l}{l} = av^n,$$

в связи с которым выделено 3 зоны сопротивления турбулентного режима.

Область гидравлически гладких труб. Это такое условие движения жидкости, когда толщина пограничного слоя больше высоты выступов абсолютной шероховатости, и она не влияет на величину коэффициента Дарси.

Согласно формуле (3.5) с увеличением числа **Re** толщина пограничного слоя δ уменьшается, происходит разрыв его выступами шероховатости. На величину коэффициента λ начинает влиять как число Рейнольдса, так и шероховатость трубы. Течение вдоль ***гидравлически шероховатых стенок,*** когда с возрастанием числа Рейнольдса толщина вязкого слоя уменьшается и при достижении определенного значения ($\mathbf{Re = 20\,d / \Delta_э}$), становится меньше абсолютной шероховатости, делится на 2 зоны.

Область доквадратичного сопротивления. Исследования показали, что потери по длине в этом случае пропорциональны скорости в степени $\mathbf{1{,}75<n<2{,}0}$. Значения коэффициента λ для технических труб с неравномерной шероховатостью определяются по формуле А.Д. Альтшуля

$$\lambda = 0{,}11\left(\frac{68}{Re} + \frac{\Delta_э}{d}\right)^{0.25}. \qquad (3.9)$$

Область квадратичного сопротивления. Для неравномерной шероховатости в технических трубах предельное значение числа Рейнольдса, при котором начинает действовать квадратичный закон сопротивления, можно с точностью до 5% принять $\mathbf{Re = 500d / \Delta_э}$. В этом случае коэффициент сопротивления является функцией только шероховатости и не зависит от числа **Re** . Для зоны квадратичного сопротивления существует ряд формул для расчёта коэффициента λ, например, Б.Л. Шифринсона (3.12)

$$\lambda = 0{,}11(\Delta_э/d)^{0{,}25}.$$

Обычно естественная действительная неравномерная шероховатость имеет многообразные нерегулярные формы (рис.3.1, а, б) и установить ее среднее значение невозможно. Поэтому параметр шероховатости вводится как условная величина - ***гидравлически эквивалентная шероховатость*** $\Delta_э$ (рис.3.1 в). Это - равномерно зернистая условная шероховатость, которая определяется путем измерения сопротивления. Она зависит:

- от материала и способа производства труб (например, чугунные трубы изготовленные центробежным литьем более гладкие, чем сварные); трубы, изготовленные одним и тем же способом, имеют одинаковую эквивалентную шероховатость независимо от диаметра;
- от свойства жидкости, протекающей по трубе; влияние жидкости на внутреннюю поверхность трубы может проявиться в виде коррозии стенок, образовании наростов и осадка;
- от продолжительности эксплуатации труб.

Рекомендации по величине $\Delta_э$ можно найти в справочной литературе (например, И.Е. Идельчик "Справочник по гидравлическим сопротивлениям) для различного вида труб, как металлических – стальных, чугунных, так и бетонных, асбестоцементных, деревянных, фанерных, стеклянных и т.д. Весьма важно уметь определять $\Delta_э$ опытным путем.

6.2 Выполнение лабораторной работы

6.2.1. Цель лабораторной работы

Целью лабораторной работы является определение эквивалентной шероховатости трубы.

Так как лабораторная работа выполняется на установке, схема которой представлена на рис. 3.3, и для расчета $\Delta_э$ необходимо определить коэффициент Дарси, то описание лабораторной установки и выполнение

эксперимента следует смотреть в разделах **3.2.2** и **3.2.3**. Исходные, экспериментальные и расчетные данные заносятся в таблицу 6.1.

6.2.2.Обработка результатов лабораторной работы.

1. Рассчитывается площадь живого сечения трубы:

$$\omega = \pi d^2 / 4.$$

2. В соответствии с температурой по табл. 2.2.выбирается кинематический коэффициент вязкости воды ν.

3. Находится величина расхода воды в каждом опыте:

$$Q = W / t.$$

4. Определяется средняя скорость воды в каждом опыте:

$$v = Q / \omega.$$

5. Вычисляются потери напора:

$$h_l = p_1/(\rho g) - p_2/(\rho g).$$

6. Рассчитывается опытное значение коэффициента гидравлического трения:

$$\lambda_{оп} = \frac{2gdh_l}{lv^2}.$$

7. Для каждого опыта вычисляется число Рейнольдса **Re**

$$Re = \frac{vd}{\nu}.$$

8. Вычисляется значение эквивалентной шероховатости Δ, по зависимости, полученной из формулы Альтшуля:

$$\Delta_э = d\left[\left(\frac{\lambda}{0{,}11}\right)^4 - \frac{68}{Re}\right]. \qquad (6.1)$$

9. Определяется по формуле (3.5) толщина пристенного вязкого слоя

$$\delta = \frac{32{,}5d}{Re\sqrt{\lambda}}.$$

10. По соотношению $\Delta_э$ и δ выясняется область сопротивления турбулентного режима.

6.2.3. Вопросы для самопроверки и составления выводов по работе

1. Какие потери напора называются потерями по длине? Расчётная формула потерь по длине.

2. Функцией каких параметров является коэффициент сопротивления **λ**?

3. Что лежит в основе методики выбора расчётной зависимости коэффициента **λ**?

4. Какие области сопротивления различают при турбулентном режиме?

5. От чего зависит коэффициент гидравлического трения в каждой области сопротивления?

6. Каковы расчётные формулы коэффициента **λ** для каждой области сопротивления при турбулентном режиме?

7. Как экспериментально определяются потери напора по длине? Из каких частей состоит лабораторная установка для определения потерь по длине и эквивалентной шероховатости труб?

8. Как определяется расход воды в системе?

9. Как рассчитывается скорость воды в трубе

10. С какой целью определяется температура воды?

11. Как определяется режим движения воды? Каков он в опытах?

12. Как рассчитывается эквивалентная шероховатость?

13. Как определяется толщина вязкого слоя?

14. Какое заключение можно сделать из сравнения полученной эквивалентной шероховатости и толщины пограничного слоя?

Таблица 6.1

Определение эквивалентной шероховатости

Наименование параметров	Номер опыта					
	1	2	3	4	5	6
1. Диаметр трубы **d** ,см						
2. Длина рабочего участка *l*, см						
3. Площадь живого сечения **ω**, см^2						
4. Температура воды **T**, °C						
5. Кинематический коэффициент вязкости воды **ν**, см^2/с						
6. Объём воды в мерном баке **W**,см^3						
7. Время заполнения объёма **t**, с						
8. Расход воды **Q**, см^3/с						
9. Средняя скорость воды **v**, см/с						
10. Показание первого пьезометра $p_1/(\rho g)$, см						
11. Показание второго пьезометра $p_2/(\rho g)$, см						
12. Потери напора h_l, см						
13. Опытное значение коэффициента $\lambda_{оп}$						
14. Число Рейнольдса **Re**						
15. Эквивалентная шероховатость $\Delta_э$, см						
17. Толщина вязкого слоя δ, см						
18. Область сопротивления						

Состав отчета

Отчет составляется на стандартных листах формата А4 и включает в себя:

- краткие теоретические положения, где обязательно приводятся используемые расчетные формулы с расшифровкой обозначений и их размерностями;
- схему установки с названиями входящих в нее элементов;
- выводы по работе, в которых даются ответы на следующие вопросы: 11,12, 13, 14.

Список использованной литературы

1. ***Альтшуль А.Д.*** Гидравлические сопротивления. М.: Недра,1970.
2. ***Гейер В.Г., Дулин В.С.*** и др. Гидравлика и гидропривод. - М.: Недра, 1990.
3. ***Константинов Н.М.*** и др. Гидравлика, гидрология, гидрометрия. - М.: Высшая школа, 1987.
4. ***Идельчик И.Е.*** Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.:Машиностроение, 1992.
5. ***Лабораторный курс гидравлики, насосов и гидропередач.*** / под ред.С.С. Руднева и Л.Г. Подвидза. – М.: Машинотроение, 1984.
6. ***Чугаев Р.Р.*** Гидравлика (техническая механика жидкости). М.: Энергия, 1986

Татьяна Павловна Бебенина
Светлана Ивановна Часс
Наталья Владимировна Савинова

Лабораторный практикум по гидродинамике

Корректура кафедры технической механики
Подписано в печать 15.03.2004 г.
Бумага писчая. Формат 60x84 1/16.
Печ.л. 4,4. Уч.изд. л.3,89. Тираж 350 экз. Заказ №46

Издательство УГГГА
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральская государственная горно-геологическая академия
Лаборатория множительной техники

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

М. Л. Хазин

Б1.В.01 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, заочная, очно-заочная

Екатеринбург

Министерство образования и науки РФ
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

Издание УГГУ Екатеринбург, 2021

Х12

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.

Х12 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 невосстанавливаемых 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
	ИТОГО	**32**	**32**			**44**

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
	ИТОГО	**4**	**4**			**96**

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

	ИТОГО	**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 невосстанавливаемая.
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 техниескую 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., Матвеенко 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 х 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"

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

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Стороженко Л.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 11.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	*(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, ^{o}C	Размеры помещения $axbxh$,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_6 H_{14}	49,7	5,5x4,0x3,0
5	2,4-диметилгексан	C_8 H_{18}	109,4	6,0x4,5x3,0
6	3,3-диметилгептан	C_9 H_{20}	137,0	7,0x5,0x3,5
7	2,6-диметил-4-гептанол	C9 $H_{20}O$	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_7 H_{16}	79,2	8,0x5,5x4,0
10	2,4-диметил-3-пентанол	C_7 $H_{16}O$	138,7	8,5x5,0x4,0
11	2,4-диметил-3-этилпентан	C_9 H_{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_5 $H_{12}O$	112,0	9,5x5,0x4,0
15	изобутиловый спирт	C_4 $H_{10}O$	107,8	6,5x6,0x4,0
16	изогексиловый спирт	C_6 $H_{14}O$	151,6	10,0x6,0x3,5
17	4-изопропилгептан	C_{10} H_{22}	158,0	9,5x6,0x4,0
18	п-ксилол	C_8 H_{10}	138,3	10,0x4,5x3,0
19	2-метил- 1-бутанол	C_5 $H_{12}O$	128,0	6,0x5,0x2,5

Номер варианта	Вещество	Химическая формула	Температура кипения, ^{o}C	Размеры помещения $axbxh$,м
20	3-метилгексан	C_7H_{16}	92,0	8,5x4,0x3,0
21	2-метилгептан	C_8H_{18}	117,6	9,0x6,0x5,5
22	4-метилоктан	C_9H_{20}	142,4	6,53,0x3,0
23	3-метилпентан	C_6H_{14}	63,3	8,0x6,0x4,5
24	4-метил-2-пентанол	$C_6H_{14}O$	133,0	10,5x6,0x5,0
25	3-метил-4-этилгексан	C_9H_{20}	140,6	6,0x4,5x3,0
26	2-метил-3-этилпентан	C_8H_{18}	115,6	8,0x5,0x4,0
27	4-метил-2-этилпентанол	$C_8H_{18}O$	177,3	7,0x4,0x3,0
28	пентаметилбензол	$C_{11}H_{16}$	232,0	6,0x4,0x3,0
29	пропилбензол	C_9H_{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 ($T_{взр}$).

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 распространение 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 ^{o}C.

9. Температуру самовоспламенения веществ ($T_{св}$) 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 тротиловый 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.температура горения, Тад	Температура взрыва, $T_{взр}$	КПР	МФК (N_2)	МВСК	ТПР, К	Температура самовоспл., $T_{св}$	Давление взрыва, $P_{взр}^{max}$	Тротиловый эквивалент вещества, $\eta_{ТНТ}$
Значение параметра									

Таблица 3 - Справочные значения показателей пожарной опасности вещества А

Показатель пожарной опасности	$T_{всп}$	$T_{св}$	Миним. флегм. конц. азота	МВСК	Тепл. образов.	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 **axbxh** 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 ($М_{ТНТ}$) парогазовой смеси в помещении.

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

18. Для определения количества диоксида углерода ($М_{С02}$ 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 $M_{CO2,}$ 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, $м^3$) горючего вещества, называется теоретическим количеством воздуха $V_в^0$.

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

$C_{10}H_{14} + 13{,}5O_2 + 13{,}5 \cdot 3{,}76N_2 = 10CO_2 + 7H_2O + 13{,}5 \cdot 3{,}76\ N_2$

В общем виде формула для расчета количества воздуха:

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

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

А для расчета объема продуктов горения:

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

где n_{CO_2}, n_{N_2}, n_{H_2O} - количество кмолей 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:

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

Подставив значения получаем

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

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

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

$$V_{N_2}^0 = \frac{13.5 \times 3.76}{1} = 50.76$$

Общий объем продуктов горения

$$V_{пг}^0 = 10 + 7 + 50{,}76 = 67{,}76$$

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:

$$Q_н = \left(\sum \Delta H^0_{fi} \cdot n_i\right)_{прод} - \left(\sum \Delta H^0_{fi} \cdot n_i\right)_{исх}, \qquad (4)$$

где ΔH^0_{fi} - 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

$C_{10}H_{14} + 13{,}5O_2 + 13{,}5 \cdot 3{,}76N_2 = 10CO_2 + 7H_2O + 13{,}5 \cdot 3{,}76\ N_2$

низшая теплота сгорания, согласно закону Гесса, равна

$$Q_н = \Delta H^0_{fCO_2} \cdot n_{CO_2} + \Delta H^0_{fH_2O} \cdot n_{H_2O} + \Delta H^0_{fN_2} \cdot n_{N_2} -$$

$$\Delta H^0_{fC_{10}H_{14}} \cdot\cdot n_{C_{10}H_{14}} - \Delta H^0_{fO_2} \cdot n_{O_2} - \Delta H^0_{fN_2} \cdot n_{N_2} \qquad (5)$$

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

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

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

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

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 α > 1, то выделившееся в результате сгорания тепло частично затрачивается на нагрев этого лишнего воздуха. В горючей смеси с α < 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 α = 1.

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

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

$$H_{ср} = \frac{Q_н}{\sum V_{пгi}} = \frac{Q_н}{V_{CO_2}+V_{H_2O}+V^0_{N_2}} \qquad (7)$$

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

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°С теплосодержание азота 81,5 кДж/моль. Уточним, сколько потребовалось бы тепла, чтобы нагреть продукты горения до такой температуры.

При T_1 = 2400 °С

$$Q_1 = H_{CO_2} \cdot V_{CO_2} + H_{H_2O} \cdot V_{H_2O} + H_{N_2} \cdot V^0_{N_2}, \qquad (8)$$

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

$$Q_1 > Q_н$$

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

При $T_2 = 2300$ °С

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

H_o и $Q_2 > Q_н$, значит $T_г < 2300$ °С.

Сделаем следующий шаг (в этом и состоит суть метода последовательных приближений), выберем $T_3 = 2200$ °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 $Q_н'$

При $T_4 = 2100$ °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 $Q_н$, 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

$$T_г^{ад} = T_4 + \frac{T_3 - T_4}{Q_3 - Q_4}(Q_н - Q_4) \qquad (9)$$

$$T_г^{ад} = 2100 + \frac{2200-2100}{5660{,}916-5374{,}304}(5622{,}5 - 5374{,}304) = 2186{,}596\ ^0\text{С} = 2459{,}596 \text{ К}$$

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 = 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 (η = 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

$$U_{ср} = \frac{Q_н}{\sum V_{пгi}} \qquad (10)$$

$$U_{ср} = \frac{5622,5}{67,76} = 82,98 \text{ кДЖ/моль}$$

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 ^oC

$$Q_1 = U_{CO_2} \cdot V_{CO_2} + U_{H_2O} \cdot V_{H_2O} + U_{N_2} \cdot V_{N_2}^0 \qquad (11)$$

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 ^oC 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 ТЗ = 2800 ^oC.

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

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 ^oC.

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

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

$$T_{взр} = T_4 + \frac{T_3 - T_4}{Q_3 - Q_4}(Q_н - Q_4) \qquad (12)$$

$$T_{взр} = 2700 + \frac{2800 - 2700}{5801{,}556 - 5569{,}152}(5622{,}5 - 5569{,}152)2722{,}955 \quad {}^0C$$
$$= 2995{,}95 \text{ К}$$

Если сравнить полученное значение температуры взрыва с адиабатической температурой горения, можно придти 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 воспламеняться и распространять пламя только при определенных концентрациях горючего. Минимальная концентрация горючего, при которой смесь способна воспламеняться 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 CH_4 концентрационные пределы распространения пламени составляют НКПР –5 об. %, а ВКПР – 15 об. % (см. табл. X приложения), для аммиака 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

$C_{10}H_{14} + 13{,}5O_2 + 13{,}5 \cdot 3{,}76N_2 = 10CO_2 + 7H_2O + 13{,}5 \cdot 3{,}76\ N_2$

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 $n < 7{,}5$ при $n > 7{,}5$	 1,550 0,768	 0,560 6,554

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

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

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

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

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.

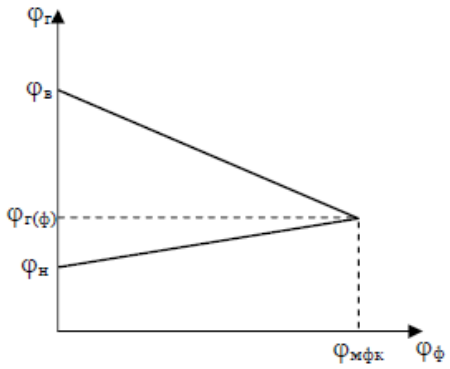


Рис. 1- Зависимость концентрационных пределов распространения пламени от концентрации флегматизатора в газовоздушной смеси.

Чаще всего в качестве флегматизаторов используют нейтральные газы (нереагирующие в пламени), такие, как углекислый газ CO_2, азот N_2, водяной пар H_2O. 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 газовоздушную 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 $T_г$ = 1500 К:

$$\mathbf{V_ф} = \frac{\mathbf{Q_н} - (\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot \sum \mathbf{c_{pi} \cdot V_{пгi}}}{(\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot \mathbf{c_{рф}}} \qquad (14)$$

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

$$C_{10}H_{14} + 8{,}5O_2 = 10CO + 7H_2O$$

Низшая теплота сгорания метана в этом случае по закону Гесса

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

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

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

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

$C_{10}H_{14} + 8{,}5O_2 + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + n_ф N_2 = 10CO + 7H_2O + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + n_ф N_2$

где $n_ф$ - число молей флегматизатора.

Уравнение для данного случая примет вид:

$$V_ф = \frac{\mathbf{Q_н} - (\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot \left[\mathbf{c_{pCO}} \cdot \mathbf{V_{CO}} + c_{pH_2O} \cdot V_{H_2O} + c_{p\mathbf{N_2}} \cdot \mathbf{V_{N_2}^0}\right]}{(\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot c_{p\mathbf{N_2}}} \quad (16)$$

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

$$\mathbf{V_{CO}} = \mathbf{10} \text{ моль/моль}$$

$$V_{H_2O} = \mathbf{7} \text{ моль/моль}$$

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

Подставляя значения $O_н$, $T_г$ = 1500 К, $Cp_{пгi}$; взятые из табл. 1 на стр. 16 методических указаний, получим, что объем флегматизатора, соответствующий МФК

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

=19,94моль/моль

Перепишем уравнение материального баланса для сгорания смеси предельного состава

$C_{10}H_{14} + 8{,}5O_2 + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + 19{,}94N_2 = 10CO + 7H_2O + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + 19{,}94N_2$

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} = 8,5·3,76 моль азота и $n_{ф(N_2)}$ 19,94 моль флегматизатора.

Минимальная флегматизирующая концентрация азота будет равна

$$\varphi_{мфк} = \frac{n_ф \cdot 100}{n_г + n_{O_2} + n_{N_2} + n_ф} \quad (17)$$

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

3.5. Концентрацию горючего в точке флегматизации находят по формуле

$$\varphi_{\text{г}(\text{ф})} = \frac{n_{\text{г}} \cdot 100}{n_{\text{г}} + n_{O_2} + n_{N_2} + n_{\text{ф}}} \quad (18)$$

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

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

$$\varphi_{O_{2}(\text{ф})} = \frac{n_{O_2} \cdot 100}{n_{\text{г}} + n_{O_2} + n_{N_2} + n_{\text{ф}}} \quad (19)$$

$$\varphi_{O_{2}(\text{ф})} = \frac{8{,}5 \cdot 100}{1 + 8{,}5 + 31{,}96 + 19{,}94} = 13{,}84\%$$

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

$$\mathrm{P_н} = \frac{\varphi_н \cdot \mathrm{P_0}}{100}, \quad (20)$$

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

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

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

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

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

Для 1,2,3,4-тетраметилбензола

A=6,24188

B=1693,156

C=195,234

Подставляя численные значения в уравнение, получим:

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

Аналогично находим значение ВТПР ($T_в$)

$$P_в = \frac{\varphi_в \cdot P_0}{100} \qquad (23)$$

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

$$t_в = \frac{1693{,}156}{6{,}24188 - \log_{10} 5{,}98683} 195{,}234 = 114{,}59\ ^0\text{C} = 387{,}59\ \text{К}$$

3.9. Температура самовоспламенения Тсв.

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

Метод пригоден для расчета Тсв алифатических углеводородов, алифатических спиртов и ароматических углеводородов.

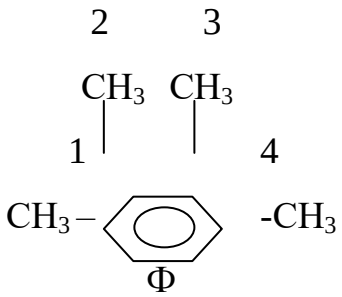
Задача состоит в том, чтобы по структурной формуле химического соединения найти для него среднюю длину углеродных цепей.

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

Длина цепи – это число атомов углерода в такой цепи.

Температуру самовоспламенения веществ (Тсв) 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 –СН3 и одна – фенил, т.е. M_p=5

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

В этом соединении согласно правилу концевым необходимо считать и фенил. В этом случае углеродные цепи будут заканчиваться не только на метильных группах -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

$$l_{ср}=\frac{6\cdot1+4\cdot0}{10}=0,6$$

По табл. IX приложения к методическим указаниям найдем $T_{св}$ ароматического соединения с соответствующей длиной цепи $T_{св}$ = 723К = 450°С.

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

$$P_{взр}^{max}=P_0\cdot\frac{T_{взр}\cdot n_{пг}}{T_0\cdot n_c} \qquad (25)$$

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

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

$C_{10}H_{14} + 13,5O_2 + 13,5\cdot3,76N_2 = 10CO_2 + 7H_2O + 13,5\cdot3,76\ N_2$

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

$$n_с = n_г + n_{O_2} + n_{N_2} \quad (26)$$

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

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

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

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

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

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.

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

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

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

Сравнение полученных расчетных значений со справочными данными

Все рассчитанные параметры горения и взрыва вещества *А* заносим в таблицу1

Таблица 1-Расчетные значения параметров горения и взрыва вещества А

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, $P^{max}_{взр}$	Тротиловый эквивалент вещества, $\eta_{тнт}$
Значение параметра	2459,596 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 *А* находим известные показатели пожарной опасности вещества и также составляем таблицу справочных значений.

Таблица 2-Справочные значения показателей пожарной опасности вещества А

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

На основании анализа параметров горения и взрыва вещества *А* 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×b×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 находит стехиометрическую концентрацию вещества А.

$C_{10}H_{14} + 13{,}5O_2 + 13{,}5 \cdot 3{,}76N_2 = 10CO_2 + 7H_2O + 13{,}5 \cdot 3{,}76\ N_2$

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

$$\varphi_{стех} = \frac{n_{C_{10}H_{14}} \cdot 100}{n_{C_{10}H_{14}} + n_{O_2} + n_{N_2}} \qquad (30)$$

$$\varphi_{стех} = \frac{1 \cdot 100}{1 + 13{,}5 + 13{,}5 \cdot 3{,}76} = 1{,}53\%$$

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

$$V_{пар}^{в-ва} = \frac{V_{пом} \cdot \varphi_{стех}}{100} \qquad (31)$$

$$V_{пар}^{в-ва} = \frac{10 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 1{,}53}{100} = 3{,}06\ м^3$$

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 $T_0 = 273$ К и $P_0 = 1{,}013 \cdot 105$ Па составляет 22,4 л/моль или 22,4·10-3 $м^3$/моль. Объем 1 киломоля в тысячу раз больше и равен 22,4 $м^3$ /кмоль.

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

$$PV = \frac{m}{M} RT \tag{32}$$

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

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

$$V_\mu = \frac{RT_0}{P_0} = \frac{8.31\ Дж/(моль \cdot К) 273К}{0{,}013 \cdot 10^5} = 22{,}4 \cdot 10^3\ м^3/моль$$

Где Дж=Н·м, Па= Н/$м^2$

$$V_{паров} = V_\mu \frac{m}{M} \tag{33}$$

$$MV_{паров} = V_\mu \cdot m \tag{34}$$

$$m = \frac{M \cdot V_{паров}}{V_\mu} \tag{35}$$

$$m = \frac{134.24 \cdot 3.06}{22.4} = 18.34\ кг$$

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 (γ) при взрыве паровоздушной смеси в помещении равна 1.

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

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

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

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

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

4.4. Для определения количества диоксида углерода (M_{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 $Т_г$ = 1500 К:

$$\mathbf{V_ф} = \frac{\mathbf{Q_н} - (\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot \sum \mathbf{c_{pi} \cdot V_{пгi}}}{(\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot \mathbf{c_{рф}}}, \quad (38)$$

где $с_{рф}$ - 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

$$C_{10}H_{14} + 8{,}5O_2 = 10CO + 7H_2O$$

Низшая теплота сгорания метана в этом случае по закону Гесса

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

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

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

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

$$C_{10}H_{14} + 8{,}5O_2 + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + n_ф CO_2 = 10CO + 7H_2O + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + n_ф CO_2$$

где $n_ф$ - число молей флегматизатора.

Уравнение для данного случая примет вид:

$$V_ф = \frac{\mathbf{Q_н} - (\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot [\mathbf{c_{pCO}} \cdot \mathbf{V_{CO}} + \mathbf{c_{pH2O}} \cdot \mathbf{V_{H2O}} + \mathbf{c_{pN2}} \cdot \mathbf{V^0_{N2}}]}{(\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot \mathbf{c_{pCO2}}} \quad (40)$$

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

$$\mathbf{V_{CO}} = \mathbf{10} \text{ моль/моль}$$

$$\mathbf{V_{H2O}} = \mathbf{7} \text{ моль/моль}$$

$$\mathbf{V^0_{N2}} = 31{,}96 \text{ моль/моль}$$

Подставляя значения $O_н$, $T_г$ = 1500 К, $Ср_{пгi}$; получим, что объем флегматизатора, соответствующий МФК

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

=ь12,48моль/моль

Перепишем уравнение материального баланса для сгорания смеси предельного состава

$$C_{10}H_{14} + 8{,}5O_2 + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + 12{,}48CO_2 = 10CO + 7H_2O + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + 12{,}48CO_2$$

В исходной горючей смеси (левая часть уравнения) на 1 моль 1,2,3,4-тетраметилбензола приходится n_{O2} = 8,5 моль кислорода, n_{N2} = 8,5·3,76 моль азота и $n_{ф(CO2)}$=12,48 моль флегматизатора.

Минимальная флегматизирующая концентрация диоксида углерода будет равна

$$\varphi_{\text{мфк}} = \frac{n_{\text{ф}} \cdot 100}{n_{\text{г}} + n_{O2} + n_{N2} + n_{\text{ф}}} \quad (41)$$

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

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

$$V_{CO_2} = \frac{V_{\text{пом}} \cdot \varphi_{\text{мфк}}}{100} \quad (42)$$

$$V_{CO_2} = \frac{10 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 23{,}14}{100} = 46{,}28 \text{ м}^3$$

Зная объем, рассчитывает массу CO_2

$$m = \frac{M \cdot V_{CO2}}{V_{\mu}} \quad (43)$$

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

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, $\varphi_{стех}$ %(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_2 для предотвращения взрыва M_{CO2}, 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-методической 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 идр. 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 исредства 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	ρ, кг/м^3	$T_{пл}$, K	$T_{кип}$, K	ΔH_f^0, кДж/моль
Воздух	28,98	1,293	60	81	0
CO	28,01	1,250	68	81	112,7
CO_2	44,01	1,977	216,4	194,5	396,9
CH_4	16,04	0,717	90,5	112,4	75
C_2H_6	30,06	1,357	90,5	184,4	88,4
C_3H_8	44,10	2,019	85,6	230,9	109,4
H_2	2,02	0,090	13,8	20,3	0
H_2O(пар)	18,02	0,768	273	373,0	242,2
N_2	28,01	1,251	63	77,2	0
O_2	32,00	1,429	54,6	90,1	0

Примечание. M - молекулярная масса газа; ρ - плотность при нормальных условиях; $T_{пл}$ и $T_{кип}$ - температуры плавления и кипения при давлении 101,325 кПа; $\Delta \boldsymbol{H_f^0}$, - теплота образования.

Таблица III

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

№	Вещество	Теплота обра-зования $\Delta \boldsymbol{H_f}$ кДж/моль	Температура кипения, ^oC	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*, ºC	H,КДж/моль					
	O	N	Воздух	CO	H_2	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

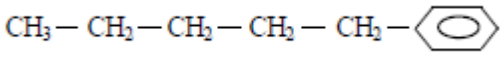
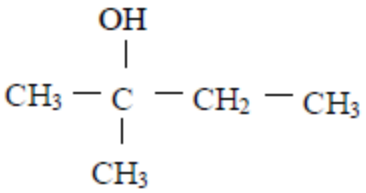
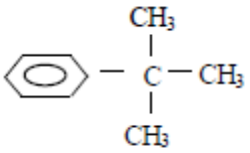
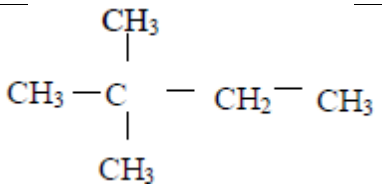
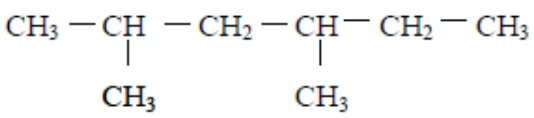
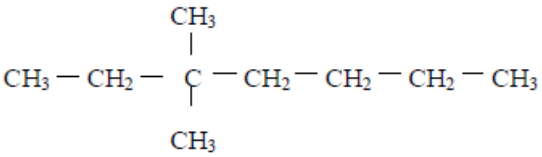
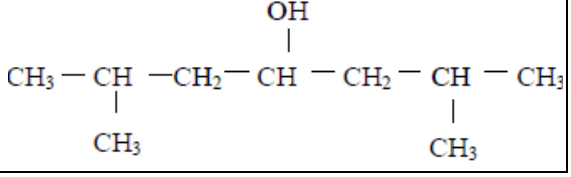
Внутренняя энергия газов

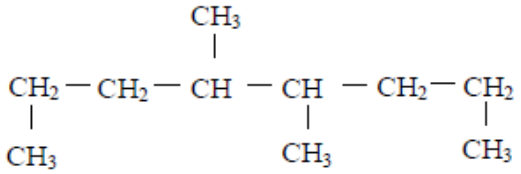
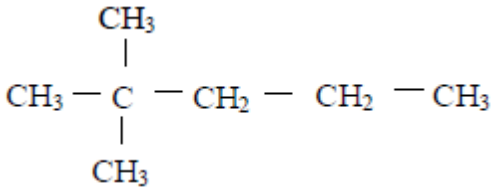
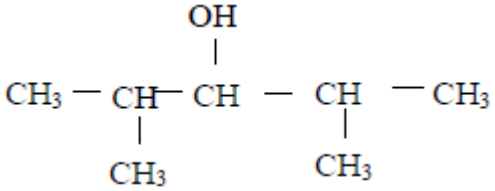
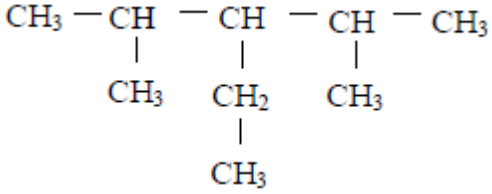
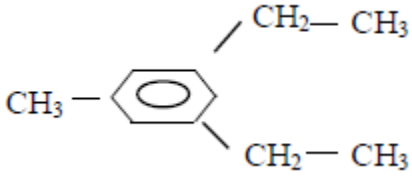
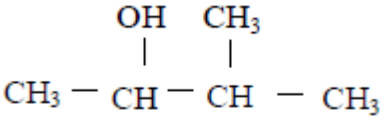
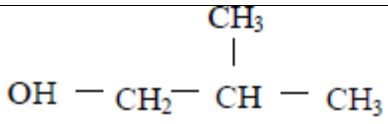
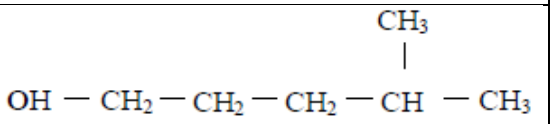
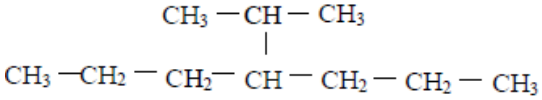
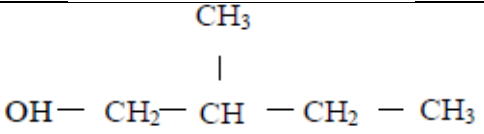
Температура, T, ^oC	U, кДж/моль						Температура, T, ^oC
	O_2	N_2	Воздух	CO_2	H_2O	SO_2	
0	0	0	0	0	0	0	0
100	2,2	2,1	2,1	2,9	2,5	3,3	100
200	4,1	4,1	4,1	6,3	5,1	6,8	200
300	6,6	6,3	6,4	10,0	7	10,7	300
400	9,1	8,5	8,6	14,6	10,7	14,9	400
500	11,5	10,7	10,9	18,1	13,6	19,1	500
600	14,1	13,1	13,3	22,5	16,7	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

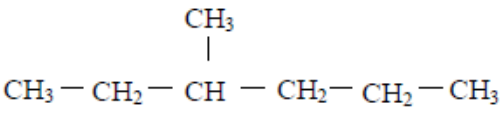
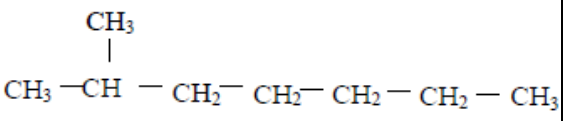
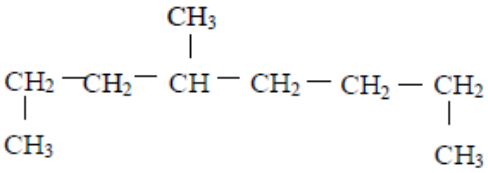
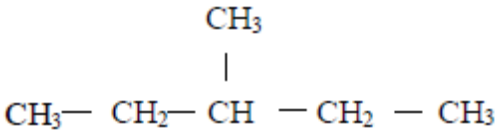
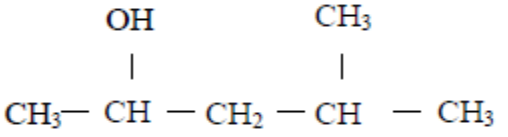
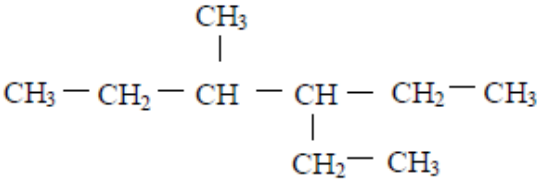
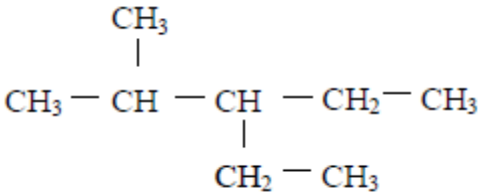
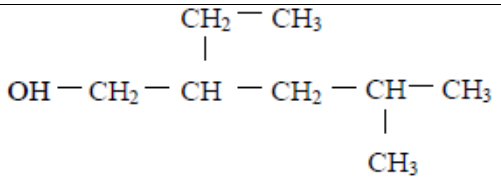
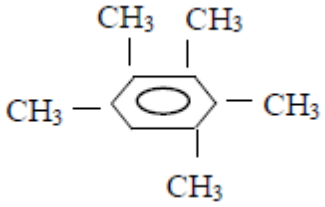
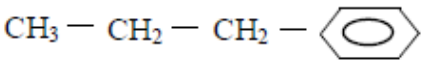
2000	53,8	50,2	50,7	92,0	71,5	90,5	2000
2100	56,7	52,9	53,5	97,2	75,9	95,2	2100
2200	59,8	55,8	56,4	102,5	80,5	100,2	2200
2300	62,9	58,7	59,3	107,8	85,1	105,1	2300
2400	65,9	61,6	62,2	113,0	89,7	110,0	2400
2500	69,1	64,3	65,1	118,3	94,3	115	2500
2600	72,4	67,4	67,7	123,7	97,8	120,0	260
2700	75,5	70,2	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	$C_{11}H_{16}$	
2	трет-амиловый спирт (2-метил-2-бутанол)	$C_5H_{12}O$	
3	трет-бутилбензол (2-метил-2-фенилпропан)	$C_{10}H_{14}$	
4	2,2-диметилбутан	C_6H_{14}	
5	2,4-диметилгексан	C_8H_{18}	
6	3,3-диметилгептан	C_9H_{20}	
7	2,6-диметил-4-гептанол	$C_9H_{20}O$	

8	4,5-диметилоктан	$C_{10}H_{22}$	
9	2,2-диметилпентан	C_7H_{16}	
10	2,4-диметил-3-пентанол	$C_7H_{16}O$	
11	2,4-диметил-3-этилпентан	C_9H_{20}	
12	1,4-диэтилбензол	$C_{10}H_{14}$	
13	3,5-диэтилтолуол	$C_{11}H_{16}$	
14	втор-изоамиловый спирт (3-метил-2-бутанол)	$C_5H_{12}O$	
15	изобутиловый спирт (2-метил-1-пропанол)	$C_4H_{10}O$	
16	изогексиловый спирт (4-метил-1-пентанол)	$C_6H_{14}O$	
17	4-изопропилгептан	$C_{10}H_{22}$	
18	п-ксилол (1,4-диметилбензол)	C_8H_{10}	
19	2-метил- 1-бутанол	$C_5H_{12}O$	

20	3-метилгексан (изогептан)	C_7H_{16}	
21	2-метилгептан (изооктан)	C_8H_{18}	
22	4-метилоктан	C_9H_{20}	
23	3-метилпентан (2-этилбутан)	C_6H_{14}	
24	4-метил-2-пентанол (метиламиловый спирт)	$C_6H_{14}O$	
25	3-метил-4-этилгексан	C_9H_{20}	
26	2-метил-3-этилпентан	C_8H_{18}	
27	4-метил-2-этилпентанол (2-этилизогексанол)	$C_8H_{18}O$	
28	пентаметилбензол	$C_{11}H_{16}$	
29	пропилбензол (фенилпропан)	C_9H_{12}	

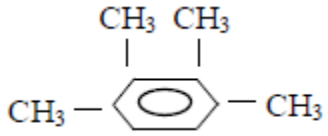
30	1,2,3,4-тетраметилбензол	$C_{10}H_{14}$	

Таблица VII

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

$l_{ср}$	$T_{св}$, К	$l_{ср}$	$T_{св}$, К	$l_{ср}$	$T_{св}$, К	$l_{ср}$	$T_{св}$, К
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	78	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

$l_{ср}$	$T_{св}$, К	$l_{ср}$	$T_{св}$, К	$l_{ср}$	$T_{св}$, К	$l_{ср}$	$T_{св}$, К
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

$l_{ср}$	$T_с$, К	$l_{ср}$	$T_с$, К	$l_{ср}$	$T_с$, К
-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	$T_{св.}$, К	КПР, об. %	$U_н$, м/с	МВСК при разбавлении CO_2	E_{min}, мДж	Огнетушащая концентрация, об. %		$T_г$, К	Стехиометрическая концентрация горючего	$Q_н$, кДжмоль
							N_2			
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
Окись 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_2 - 2,8 %, N_2 - 7,8 %, H_2 - 58 %, CH_4 - 22,5 %; природный газ CO - 3,3 %, CH_4 - 94 %, C_nH_m - 2,5 %; доменный газ CO - 28 %, CO_2 -10,5 %, N_2 - 58,5 %, H_2 - 2,7 %, CH_4 - 0,3 %.

Таблица XI

Показатели пожарной опасности некоторых горючих жидкостей

Название вещества	$T_{всп.}$, К*	$T_{всп.}$, К*	ТПР, К	$T_{св}$, К	КПР, об. %	$T_г$, К	Q_n, кДж/моль	E_{min}, мДж	$V_{выг}$, см/ч	МВСК (при CO_2)
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

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 федеральных 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 свидетельствует 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 конфликтах 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 черезвычайных 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 соответствие 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 *Постановлентя Правительства РФ от* ***30 декабря 2003г. № 794*** *« О еиной государственной системе предупреждения и ликвидации черезвычайных 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 исполнитель ной 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,* о*становлюсь 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 планово 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 обьектовом 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, соответствующих административно-территориальному делению этих территорий.

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 бедстви (**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 ***обьектовом 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 субьектов РФ, организаций и объектов экономики (территоиальных 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 инымиподразделениями 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 *Постановением 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 предназначению,

– оповещение и информирование населения о прогнозируемых и возникшихчрезвычайных 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 г**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 пользованием 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 применение 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 осуществляются 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 квалифицированнуюпомощь 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-, газорезотельное 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 применение 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**тысяччеловек
(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 образования с населением численностью **344,6** тысячи человек.

Сведения о количестве закрытых административно-территориальных образований

№	Наименование Субъекта РФ	ЗАТО	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.	Челябинская область	Трехгорный	Размещение ракетных войск	31,5
6.		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.

<u>Руководство ГУ МЧС России:</u>

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 обороны 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 Обороны 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 Казакевичева, 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 нештатных 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, *комплектуются 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 нештатные 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 нештатных 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 предназначению) 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, строительно-монтажных, других родственных акционерных обществ и организаций;
- ***коммунально-техническая спасательная служба*** создается на базе организаций жилищно-коммунального хозяйства (управлений по газификации, тепло-водоснабжению, водоотведению, специальной обработке);
- ***автотранспортная спасательная служба*** *(автодорожная)* создается на базе автотранспортных организаций независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности;
- ***спасательная служба оповещения и связи*** создается на базе субъектовых, 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 рассредоточением 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 or угроз природного, техногенного характера, террористических проявлений. Разрабатываются и внедряются новые средства индивидуальной и коллективной защиты.

В современных условиях государство и гражданская оборона не отделимы.

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. N 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, жилищнокомунальное 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 опастность
- 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 эваконаселения;

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!

Всем 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 эвакопункте 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 индивидуальное защиты, документы, необходимые вещи, запас продуктов и воды н 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 загородною 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.

Инициирующие 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, суховей; 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 <u>Авиация в системе МЧС России</u>

Департамент авиационно-спасательных технологий и беспилотной авиации

<u>Организует:</u>

– 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. Многое 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 вертолётов 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 авиаконструкторов.

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 намечать 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
Ил-86	350	3030	806	2600
Ил-62	168	7440	810	3000
ИЛ-62М	168	8020	812	3000
Ту-154Б	164	2790	791	2500
Ил-18В,Е	100	3840	600	1920
Ту-134А	76	1570	718	2300
Ту- 134	72	1800	726	2420
Ан-24	50	190	355	1600
АН-24РВ	50	510	391	1600
ЯК-40	30	775	463	1400
Як-42	120	2360	800	1800
Л-410М	15	180	290	1000
Л-410УВП	12	300	297	860
Ан-2	12	1365	217	650
МИ-2	8	185	180	35
Ми-6	30	615	235	200
Ми-8	28	550	205	120
Ка-26	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”, имеющихся в распоряжении РИА Новости.

Вопрос № 2. <u>Государственная инспекция по маломерным судам Российской Федерации в системе МЧС России.</u>

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 пользованием 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 ситуации 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%2.

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, разработан 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. <u>Законодательные и иные нормативные правовые акты в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.</u>

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, 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;**

<u>чрезвычайную ситуацию межрегионального характера</u> – 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;**

<u>чрезвычайную ситуацию федерального характера</u> - 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 единовременно 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 единовременно 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 единовременно 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 единовременно 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^2,** 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 пригранмчных 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 организовывают 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 возникновение 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 – 2022

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, 2022.

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 направления 20.03.01 Техносферная безопасность, а также может быть использовано студентами другого направления и специалистами, работающими в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5
Глава 1. Техносфера и техносферные опасности 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
Глава 2. Техносферная безопасность как образовательное направление подготовки специалистов. 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

Глава 3. Профессиональная деятельность бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» 113

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

Глава 4. Трудоустройство выпускников на работу 127

4.1. Первый шаг для трудоустройства 127

4.2. Трудоустройство на работу 134

4.3. Трудовой кодекс 141

Вопросы для самопроверки 150

Заключение 151

Источники и литература, использованная при написании учебного пособия 152

Приложение 154

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. № 201по 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.

Введение

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, экологический 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 условия» (Добротворская С. Г., Зефиров 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 вырубки, 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 «цивилизованных 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

Начало этапа	**Переходный момент**	**Содержание этапа**
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;
- субфера «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 деление 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 – $8.5 * 10^{12}$ 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^2 (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 промышленноу 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 изучения.

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 подвергался 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

Причина или следствие облучения	**Доза**
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°С, в то время как температура внутренних органов человека за счет терморегуляции его организма сохраняется комфортной, близкой к 37°С. Наивысшая температура внутренних органов, которую выдерживает человек, – +43, минимальная – +25°С.

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° 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°С, зимой – 22–24°С; для человека, занимающегося тяжелым физическим трудом, летом – 18–20°С, зимой 16–18°С.

Отклонения температуры среды от комфортных значений на ± 2–5°С 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 перепонок 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 информаций».**

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 воздействии 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 ноля опасностей, действующих на человека в современной техносфере, показано на рис 1.

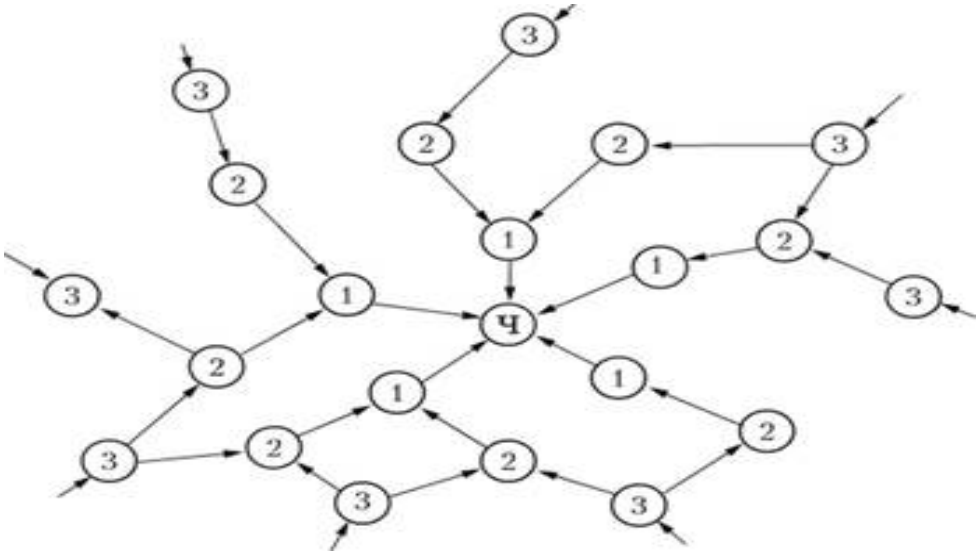


Рис. 1. Схематическое изображение причинно – следственного поля опасностей, в котором находится организм человека (Ч)

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, отдаляет 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/м3, мг/л, мг/кг.

Энергетические опасности связаны с наличием в жизненном пространстве различных нолей (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)**
Первая группа. Свойства опасностей	
По происхождению	Естественные Естественно–техногенные Антропогенные Антропогенно–техногенные Техногенные Технопродные
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
Вторая группа. Свойства объекта защиты	
По способности различать (идентифицировать) опасности	Различаемые Не различаемые
По виду негативного воздействия	Вредные Травмоопасные
По масштабу воздействия (по численности лиц, подверженных воздействия 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 устроения 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 оной 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 случаем 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 человеческих 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 накапливание 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 ютится 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 угрозу 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 – исчерпывания 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 (N0), углероду (C), диоксиду серы (802). 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_2, 200 млн. т CO, боле 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. $м^3$, по объектам ЖКХ более 12.5 млрд. $м^3$.

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, HCI);
- 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, HCI, 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^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;
- 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^3	0.1 – 0.4	0.1 – 1.5
Бензопирен, мкг/м^3	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; устройчивая 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, и CH4 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 ± 20 тыс. км^2 (1989 г.) в год; лесовосстановление относится к сведению лесов как 1:10	Сохранение тенденции, сокращение площали лесов в тропиках с 18 (1990 г.) до 9–11 млн. км^2, сокращение площади лесов умеренного пояса
Опустынивание	Расширение площади пустынь (60 тыс. км^2 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 надушу 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 пол– лютантов, 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^3	Менее 0.1	0.1 – 1.0	1.1 – 10.0	Более 10.0
Средняя смертельная доза ($ЛД_{50}$) 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^3	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 воздушный бассейн	**на водный бассейн**		**на земную поверхность**		**на флору и фауну**
		на поверхностные воды	***на подземные воды***	***на почвенный покров***	***на ландшафт***	
Нефтехимическая	Сильное	Сильное	Среднее	Среднее	Малое	Среднее
Металлургиче–ская	Сильное	Сильное	Малое	Среднее	Малое	Среднее
Целлюлозно – бумажная	Среднее	Сильное	Малое	Малое	Отсутствует	Отсутствует
Топливно–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 (CH4), 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. <u>Техногенные опасности действуют в пространстве и во времени</u>.

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 пришлись 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 радиактивной 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 м3 высокорадиоактивных 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 аварий 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.

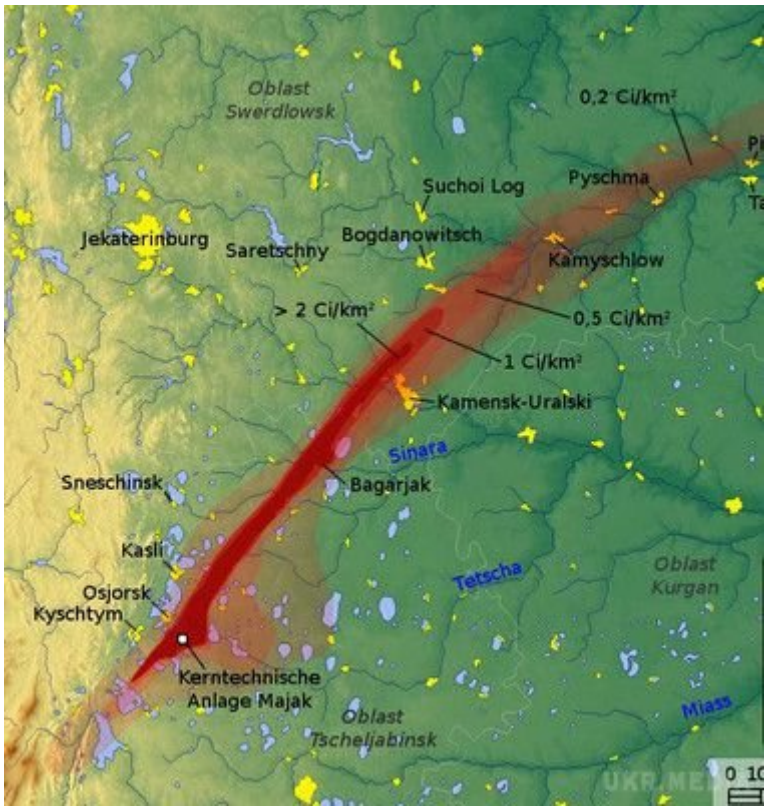


Рис. 4. Восточно – Уральский радиоактивный след (ВУРС)

Аксиома 6. <u>Защита от техногенных опасностей достигается совершенствованием источников опасности, увеличением расстояния между источником опасности и объектом защиты, применением защитных мер.</u>

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: сформирование 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:

<table>
<tr><th>Система охраны здоровья и обеспечения санитарно – эпидемиологического благополучия населения</th><th>Система охраны труда</th><th>Система обеспечения экологической и промышленной безопасности</th><th>Система предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС)</th><th>Система гражданской обороны</th></tr>
<tr><td>Управляет Минздрава России и Роспотребнадзор</td><td>Управляет Минтруд России</td><td>Управляет Минприроды России и Ростехнадзора</td><td>Правительственная комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности Пред министр МЧС</td><td>Управляет Правительство РФ</td></tr>
<tr><td>ФЗ № 323 (2011) «Об основах охраны здоровья граждан в РФ»</td><td rowspan="2">Трудовой кодекс РФ ТК РФ 2001</td><td>ФЗ № 7 (2002) «Об охране окружающей среды»</td><td rowspan="2">ФЗ № 68 (1994) «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера»</td><td rowspan="2">ФЗ № 28 «О Гражданской обороне»</td></tr>
<tr><td>ФЗ № 52 (1999) «О санитарно-эпидемиологичес-ком благополучии населения»</td><td>ФЗ 116 (1997) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»</td></tr>
</table>

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

<table>
<tr><th colspan="2">Мероприятия по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов</th></tr>
<tr><td colspan="2">1.Лицензирование видов деятельность в области промышленной безопасности</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.Сертификация технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте</td></tr>
<tr><td colspan="2">3.Обеспечение промышленной безопасности при проектировании, строительстве и приемке в эксплуатацию опасного производственного объекта</td></tr>
<tr><td>3.1. Идентификация опасных производственных объектов.
Методические рекомендации по идентификации опасных производственных объектов. РД 03–260–99</td><td>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</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Мероприятия по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов</td></tr>
<tr><td>3.3. Декларирование промышленной безопасности. Разработка декларации промышленной безопасности РД 03–315–99. РД 08–120–96</td><td>3.4. Экспертиза промышленной безопасности.
Правила экспертизы декларации промышленной безопасности ПБ 03–314–99</td></tr>
<tr><td colspan="2">3.5. Обязательное страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта ФЗ № 116–ФЗ</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. Обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации ОПО</td></tr>
<tr><td>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</td><td>4.2. Техническое расследование причин аварии</td></tr>
<tr><td colspan="2">4.3. Обеспечение готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии на ОПО</td></tr>
<tr><td colspan="2">5. Федеральный надзор в области промышленной безопасности</td></tr>
</table>

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:***

№	Наименование профиля
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 среду 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 получат 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, созданий 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:

Численность работников предприятия	**Количество специалистов по ГО и ЧС**
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 *«Общеотраслевые квалификационные характеристики должностей работников, занятых на предприятиях, в учреждении 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:

- Всю 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 регламентируется 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 относится 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 заключаются 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:**

Уровни	Требования к квалификации работника	Способы получения
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 программах 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 MBO (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 PM (performance management)** – в основном методики 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 проведений 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 MBO и PM проходят в форме собеседования между сотрудников 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:

– 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
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

квалификация выпускника: **бакалавр**

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 стациально-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).

Стациально-деструкционное загрязнение (от слов стация — 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, лихеноиндикация).

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 contamonation):

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 цериодафнии

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-фукнкции, 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 загрязнениям 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 Законы «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 эмульсолом, 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 КоАПР?

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 природополъзователей 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, 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 – 2023

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 пересдачи.

Внимание! Если в процессе выполнения заданий для самостоятельной работы возникают вопросы, разрешить которые Вам не удается, 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.

Трудоемкость, предусмотренная учебным планом и рабочей учебной программой для организации самостоятельной работы обучающихся, составляет 108 часов с учетом сложности и объема изучаемого материала. При планировании преподавателем пропорционального 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, генная 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. Печчен и др.) считаю, 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_4 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^2 (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^2, сокращение площади лесов умеренного пояса.
Опустынивание	Расширение площади пустынь (60 тыс. км^2 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 137Cs, 90Cr (около 30 лет) и плутония (более 10 тыс. лет);

3. разнообразие радионуклидов, в результате которого происходит одновременное взаимодействие у-, (3- и ос-излучений);

4. наличие на территории радиоактивного следа различных антропогенных химических загрязнений, обусловливающих 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, севре 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 нефтеводяных 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, сто 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 НДТ. 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 НДТ, 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 *заменимые* и *незаменимые*:

— ***Заменимые*** – нефть, газ и т. д. – могут быть заменимы в определенных пределах;

— ***Незаменимые*** – 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 (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 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 (SO2 и SO3) 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 CO2, H2O, 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 CO_2, 200 млн. т 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 метало 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_x, NO_x, C_xH_y, 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 $РЬ(C_2H_5)_4$, 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_2 – 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, СЩ 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 неблагополучно. 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
1	**2**	**3**	**4**
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 волы 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 (pH) – 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-поглотиля 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 колеблетсяот 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 животноводчиеских стоков характерно ярко выраженное бактериальное и

органическое загрязнение растительного и животного происхождения, а также загрязнение аммиачными соединениями. Поверхностные стоки загрязняются минеральными удобрениям, 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. $м^3$, в сельском хозяйстве – 3,2 млрд. $м^3$, по объектам ЖКХ – 12,5 млрд. $м^3$.

Электроэнергетика – крупнейший потребитель пресной и морской воды, для отрасли в общем объеме забора пресной воды промышленностью – 66 %, морской воды – 98 %, по использованмию воды – около 70 %. Водохранилища, 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 отрицателтное воздействие на природную среду (затопление земель и населенных пунктов, засоление или заболачивание почв, затопление наземной растительности, развитие новых видов водно флоы).

В нефтеперерабатывающей промышленности сброс загрязенных сточных вод в водоемы составляет 31,3 млн. $м^3$, 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 примышленности (740,2 млн. $м^3$) около 80 % сбрасывается недостаточно очищенными, остальные остаются без очистки. Предприятия черной металлургии сбрасывают 757,7 млн. $м^3$ загрязенных сточных вод, цветной металлургии – 529 млн. $м^3$ (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.^{3}. 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^3, изи 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^3 загрязненных сточных вод, при этом объем сточных вод, поступающих в водоемы без очистки, увеличился до 60,8 млн. м^3.

В 1995 г. предприятиями машиностроения использовано 2,9 млрд. м^3 свежей воды, после энергетики – это наиболее крупный показатель в промышленности. В поверхностные водоемы поступило 1,82 млрд. м^3 сточных вод. Из них загрязненых – 0,78 млрд. м^3, в т. ч. 0,17 млрд. м^3 – 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_2, SO_3, NO_2, бензапирен, фтористые и мышьяковые соединения, радионуклиды);
- черная металлургия (рудная и железистая пыль, оксиды железа, марганца, мышьяка, зола, сажа, SO_3, SO_2, NH_3, NO_2, HCl);
- цветная металлургия (пыль, пары и оксиды свинца, цинка, кадмия, меди, мышьяка, ртути, фтора, SO_2 и т. д.);

- промышленость строительных материалов (цементная пыль, фтор и др.);
- химическая промышленность (SO_2, SO_3, HF, H_2S, HCl, HNO_3, NH_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 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, радионулкидоы, летучая зола, газы и др.); поступления загрязнителей в почву с поверхностными стоками; выпадения загрязнителей в почву с атмочферными 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 SO_2).

Основные источнки 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 мощгости загрязнения и других факторов. Основной источник 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 преприятиях 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 складируются 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 токикантов 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, Кеемровской. Костромской, Мурманской, Новгородской, Оренбугской, 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 вляется 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 загрязнеиния является достаточно высоким, причем такое положение отмечается на огромных площадях. Так, площадь территорий, загрязненных в результате Чернобыльской аварии до уровня 1 Ки на км^2 составляла в России в начале 57000 км^2. 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 самы 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^2, 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^3 был перемещен, захоронен и замене другой почвой. Авария в Совезо 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 промышленностми 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 броморганичесих 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 подоных 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 диоскиновых профзаболевний, 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 (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 образованиикислых осадков составляет около 70 %. Появлению кислых осадков способствует также CO_2: из-за его постоянного присутствия в атмосфере нормальным является 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 pH 2,2-2,3, что соответствует кислотности уксуса.

Общее количество выбросов SO_2 и NO_2 в мире ежегодно составляе более 250 млн. т. В пересчете на душу населений 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 типичные 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 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 (карюонат 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, азотофиксаторов 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 качеств 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 многоие 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 безжизнены. Около 1000 озер США заметно подкислены, а более 3 тысяч имеют кислотность, неблагоприятную для многих обитателей.

Действие кислых осаков 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 фитоцнозов, а нередко и их массовую гибель. Накоплено много данных об отрицательном влиянии кислх 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 осадкамислужат сокращение сроков жизни хвои и уменьшение ее размера. При этом наиболее сильно повреждаются леса, произрастающие в неблагоприятных условиях (на бедных почвах, в горситых метностях, 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 срднем 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 кислотнх дождей повреждено леса площадью 31 млн. га.

Сейчас особенное внимание уделяется поражению лесов в результате совместного действия традиционных загрязнителей (SO_2, 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. $м^3$ 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 несанкционных 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 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 pH 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 пластиков. 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_2), окислы азота (NO и NO_2), различные летучие углеводороды (CH_x), соединения фосфора, сероводород (H_2S), аммиак (NH_3), 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 приходятся 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)

	В Е С Ь М И Р		Р О С С И Я	
	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 ВНП 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 ВНП. 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 повышенных 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	-
NOx	3,0 – 7,5	2,4 – 3,0	1,9 – 2,4
SO2	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*
SO2	3 - 25	0,2 – 0,3	4 – 35	0,4*
NOx			0,3 – 3	0,5*
H2S		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
N2	72 – 75	74 – 76
O2	0,3 – 0,8	1,5 – 3,6
H2O	3 – 8	0,8 – 4
CO2	10 – 14,5	6 – 10
CO	0,5 – 1,3	0,1 – 0,5
NOx	0,1 – 0,8	0,01 – 0,5
CxHy	0,2 – 0,3	0,02 – 0,5
Альдегиды	0 – 0,2	0- 0,01
Частицы, г/м3	0,1 – 0,4	0,1 – 1, 5
Бензопирен, мкг/м3	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/м3.

- 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, Пекиномы 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

Характеристика	**Лос-Анджелес**	**Лондон**
Температуры воздуха	От 24 до 320 С	От - 1до 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	O3, NO, NO2, CO, органические вещества	Мелкие частицы CO, 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 нагреваю 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 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 колик, 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 массированных разливах металлической ртути наиболее опасны 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 рыбачьих 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. Накапливаясьв 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 нёба («волчья пасть»), микроофтальмии, 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 элиминируют 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 поликомпонентныхоргано-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 1000х300 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. $м^3$ (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 ы 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 микрозондовых анализов,

в массивных рудах соответствует формуле: (Ni4.65Fe4.26Co0.08)8.99S8.00; во вкрапленных рудах: (Ni4.50Fe4.44Co0.08)8.02S8.98.

Относительно небольшая доля никеля приходится на пирротин. Средний химический состав, по данным микрозондовых анализов, в массивных рудах соответствует формуле: (Fe6.98Ni0.03)7.01S7.99; во вкрапленных: (Fe7.06Ni0.04)7.10S7.90.

Медь сконцентрирована преимущественно в составе тетрагонального халькопирита. Химический состав этого минерала практически одинаков во всех рудах и отвечает стехиометрии $(Cu,Fe)S_2$.

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 железоокисляющие 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^{2+} в сутки.

Как известно, основой обеспечения жизнедеятельности железоокисляющих бактерий является их способность к окислению (переводу) закисного железа (Fe^{2+}) в окисное (Fe^{3+}). Наиболее легко окисляемым рудным минералом объекта является пирротин, реакция биологического окисления которого осуществляется, например, по следующей схеме:

$$2FeS + 4{,}5O_2 + 2H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + H_2O$$

$$2FeS + 1{,}5O_2 + 6H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + S^0 + 3H_2O$$

$$FeS + 8Fe^{3+} + 4H_2O \rightarrow 9\,Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 8H^+$$

$$S^0 + 4H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+ \text{ или } S^0 + H_2O + 1{,}5O_2 \rightarrow H_2SO_4$$

$$2FeSO_4 + 0{,}5O_2 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$$

В свою очередь, образуемый в процессе данной реакции сульфат окиси железа, также является сильным окислителем сульфидов и взаимодействует с ними по известной реакции:

$$Me_mS_n + mFe_2(SO_4)_3 = mMeSO_4 + 2mFeSO_4 + nS$$

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 (a-Ni [SO4] x 6H2O) и подобные ему.

Обращает на себя внимание постоянное присутствие в рудах виоларита. Его средний химический состав, по данным микрозондовых анализов, соответствует формуле: (Ni1,52Fe1,14Co0,04)3,00S4,00. В результате гипергенеза виоларит замещает пентландит, значительно ухудшая первоначальные качества руды. Под электронным микроскопом виоларит часто наблюдается в сростках с гетитом (a-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 натеки 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, mB	pH	Конечный раствор				Извлечение в раствор, %	
			Плотность, г/см3	Концентрация, г/см3				
				Ni	Cu	Fe	Ni	Cu
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 (А0).

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 (SO4)2- 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 mB. 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 АЗС 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^2. Общая площадь «пятен» с активностью более 40 Ки/км^2 составила около 3,5 тыс. км^2, 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^2 и выше, охватывает более 57 тыс. км^2, 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.

Таблица 4.1

Площади областей и республик России, загрязненных цезием-137

(по состоянию на январь 1995 г.)

№№ пп	Области республики	Общая площадь области, республики, тыс. км^2	Площадь загрязнения цезием-137, км^2			
			Ки/км^2			
			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. $м^3$ РАО с суммарной активностью 1,5 млрд. Ки. На АЭС хранятся 140 тыс. $м^3$ жидких и 8 тыс. $м^3$ отвержденных отходов общей активностью 31 тыс. Ки, а также 120 тыс. $м^3$ 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
ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ		
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
ИСКУССТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ		
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^2 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. $м^3$ 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 $м^3$ 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 изучкения 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^3. В 1966-1973 гг. закачка стоков производилась в яснополянский горизонт объемом от 244 до 340 м^3/сут, а с 1973 г. и по настоящее время – в окско-башкирский комплекс объемом от 320 до 960 м^3/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^3. Два полигона захоронения ЖРО расположены в 3-5 км от производственного комплекса. На полигонах осуществляется подземное захоронение 4500 м^3/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^3 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^3. Над поглощающими горизонтами развита песчано-глинистая толща юрского возраста. В I горизонт с 1967 г. закачивается около 300 м^3/сут ЖРО при устьевом давлении на скважинах – 1,2-5,0 МПа. Во II горизонт с 1968 г. закачивается до 600 м^3/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^3;
- 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) толщей 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 вместилищами 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.

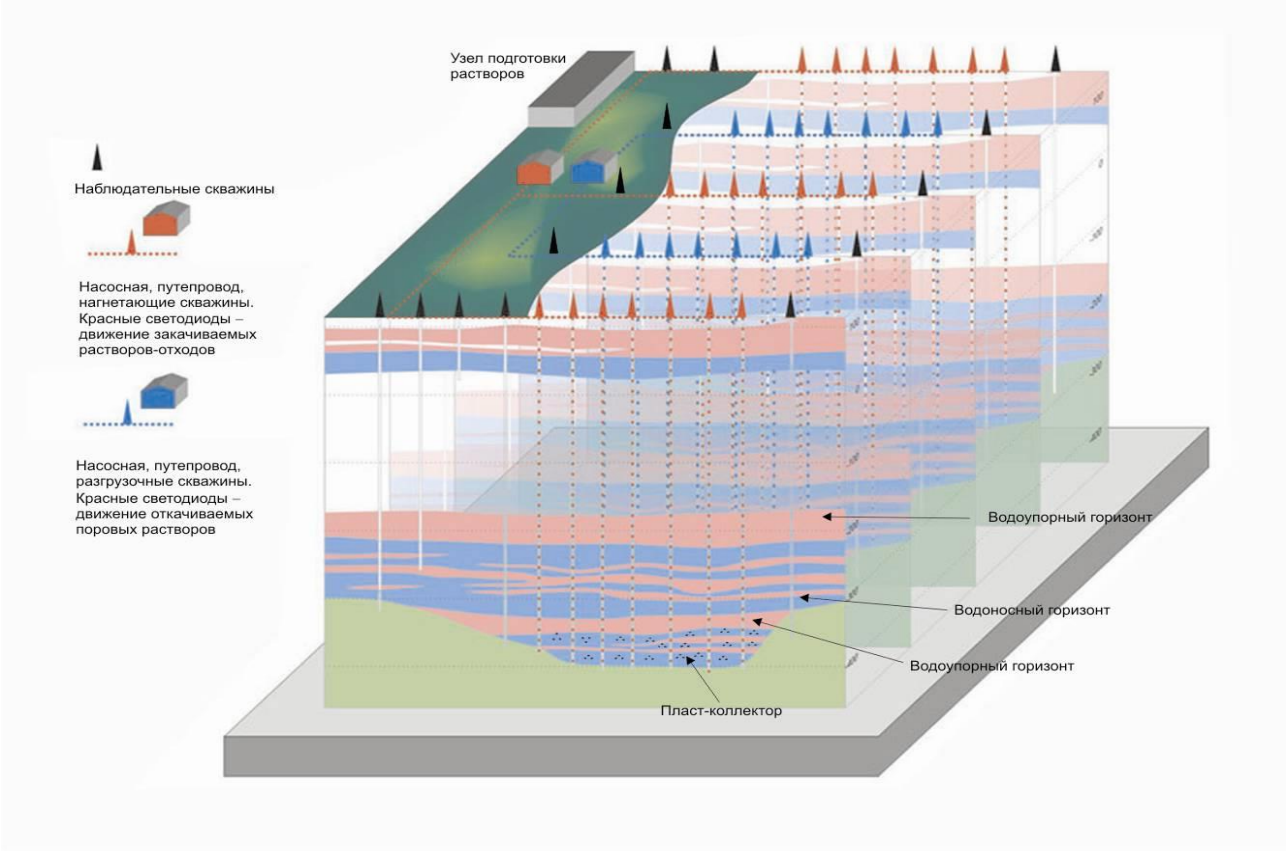


Рисунок 4.5 – Макет полигона для захоронения жидких РАО

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 происходят 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
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 ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Болтыров В.Б., Стороженко Л.А.

ОПАСНЫЕ ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Екатеринбург – 2020

УДК 504.4 + 330.15:622

Болтыров В.Б., Стороженко Л.А.

Опасные техноприродные процессы: учебное пособие/ В.Б. Болтыров, Л.А. Стороженко; Урал. гос. горный ун– т. – Екатеринбург: Изд– во УГГУ, 2020 –

В учебном пособии рассмотрены: природа и механизмы развития опасных техноприродных процессов, понятия техносфера и техногенез; процессы горного техногенеза на активной и пассивной стадиях разработки месторождений; процедура оценки воздействия хозяйственной деятельности человека на окружающую среду (ОВОС), экологические последствия долговременного хранения горнопромышленных отходов производства.

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, а также специалистами, работающими в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 6

Введение 9

1. Основные понятия и определения 9

2. Объект и предмет дисциплины 13

Глава 1. Техносфера и техносферные опасности 17

1.1. Техносфера 17

1.2. Техносферные опасности 24

1.2.1. Основные принципы ноксологии 25

1.2.2. Основные потоки современного мира 29

1.2.3. Пределы толерантности организма 32

1.2.4. Поле опасностей 37

1.2.5. Классификация опасностей 40

Вопросы для самопроверки 51

Глава 2. Техногенез 53

2.1. Типы техногенеза 54

2.2. Горный техногенез 58

2.3. Техногенез активной и пассивной стадий 62

2.4. Техногенез Асбестовского промышленного узла 65

2.5. Дегтярский техногенез 76

Вопросы для самопроверки 84

Глава 3. Горнопромышленные отходы 86

3.1. Виды и объемы горнопромышленных отходов 86

3.2. Горнопромышленные отходы в структуре минерально–сырьевой базы и экономические предпосылки их переработки 93

3.3. Накопленный экологический ущерб размещения отходов 102

3.4. Экологические последствия долговременного хранения горнопромышленных отходов 109

3.4.1.Техногенез отвалов Аллареченского месторождения медно–никелевых руд 112

3.4.2. Экологическая опасность хвосто– и шламохранилищ 122

Вопросы для самопроверки..... 130

Глава 4. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) 131

4.1.Цель, задачи и функции ОВОС 131

4.2. Основные принципы ОВОС..... 135

4.3. Порядок проведения ОВОС 136

4.4. Роль общественного обсуждения ОВОС 139

Вопросы для самопроверки..... 142

Заключение..... 143

Источники и литература, использованная при написании учебного пособия 145

ПРЕДИСЛОВИЕ

Студентам очного и заочного обучения профиля «Защита в чрезвычайных ситуациях» направления 20.03.01 Техносферная безопасность на третьем курсе читается двухсеместровая дисциплина «Опасные природные и техноприродные процессы», состоящая из двух частей: первая часть – ***Опасные природные процессы***, вторая часть – ***Опасные техноприродные процессы***. В первой части рассмотрены факторы природных катастроф и классификация чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, охарактеризованы источники ЧС космического происхождения, опасные геологические, метеорологические и гидрологические процессы и природные пожары.

Во второй части, представленной данным учебным пособием, пять глав. **В первой главе** рассмотрены понятия Техносфера и техносферные опасности, охарактеризованы основные потоки современного мира, поля и паспорта опасностей.

Во второй главе рассмотрены техногенез как основной и всеобъемлющий техноприродный процесс применительно к горнодобывающей промышленности – горный техногенез активной и пассивной стадий разработки месторождений.

Третья глава рассматривает вопросы накопленного экологического ущерба, возникающего в результате размещения отходов. Особое внимание обращено горнопромышленным отходам (ГПО), законодательным актам в сфере обращения с ГПО, экологическим и экономическим ущербам.

И, наконец, **в четвертой главе** рассмотрена оценка воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду (ОВОС), принципы проведения ОВОС, его структура и содержание.

Предисловие

В результате изучения комплексной дисциплины «**Опасные природные и техноприродные процессы**» студенты должны не только знать характеристики опасных природных и техноприродных процессов, их воздействие на население, объекты экономики и окружающую среду, но и уметь оценивать параметры поражающих факторов и очагов поражения, прогнозировать и оценивать обстановку при стихийных бедствиях и техногенных авариях, владеть навыками организации и руководства принятием экстренных мер по обеспечению защиты населения и территорий, объектов экономики от последствий стихийных и экологических бедствий, техногенных аварий и катастроф.

Результатом освоения комплексной дисциплины «Опасные природные и техноприродные процессы» является формирование у студентов следующих компетенций:

общепрофессиональные

– способность ориентироваться в основах нормативно – правовых актах в области обеспечения безопасности (ОПК– 3);

профессиональные

в организационно – управленческой деятельности

– способность организовывать, планировать и реализовать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды (ПК– 11).

Учебное пособие написано в соответствии с рабочей программой дисциплины 20.03.01 «Опасные природные и техноприродные процессы» профиля «Защита в чрезвычайных ситуациях» направления 20.03.01 Техносферная безопасность.

Для написания учебного пособия использованы авторские лекционные материалы по данной дисциплине, учебные пособия и учебники: «Техногенное загрязнение окружающей среды» (Болтыров В.Б., Стороженко Л.А., Бобина Т.С., 2019), «Ноксология» (Барышев Е.Е и др., 2014), «Ноксология» (Угланова В.З., 2019), «Современный техногенез» (Карлович

И. А., 2015), а также материалы научно– технических конференций по вопросам техносферной безопасности.

ВВЕДЕНИЕ

1. Основные понятия и определения

Авария– разрушение сооружений, оборудования, технических устройств, неконтролируемый взрыв и (или) выброс опасных веществ, создающих угрозу жизни и здоровью людей (ГОСТ Р 12.0.006 – 2002).

Авария– опасное техногенное происшествие, создающее на объекте, определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также нанесению ущерба окружающей природной среде (ГОСТ Р 22. 0. 05).

Безопасность в чрезвычайных ситуациях (ЧС) – состояние защищенности населения, объектов народного хозяйства и окружающей природной среде от опасностей в ЧС.

Безопасность населения в ЧС – состояние защищенности жизни и здоровья людей, их имущества и среды обитания человека от опасностей в ЧС.

Безопасность объекта защиты – состояние защищенности объекта защиты, при котором внешнее воздействие на него потоков вещества, энергии и информации из окружающей среды не превышает максимально допустимых для объекта значений.

Биосфера – самая крупная экосистема Земли, область системного взаимодействия живого и косного вещества на планете. Биосфера включает часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы Земли, населенные живыми организмами.

Зоны экологического бедствия – участки территории РФ, где в результате хозяйственной либо иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения природной среды, повлекшие существенное ухудшение здоровья людей, нарушение природного равновесия, разрушение естественных экологических систем, деградацию флоры и фауны.

Защита окружающей среды – комплекс научных и практических знаний и действий, направленных на сохранение качественного состояния природной среды (биосферы).

Защита от опасностей – способы и методы снижения уровня и продолжительности действия опасностей на человека и природу.

Источники опасности – это компоненты биосферы и техносферы, космическое пространство, социальные и иные системы, от которых исходит опасность. Для каждого источника опасности характерно наличие уровня, зоны и продолжительности действия опасности.

Опасность – способность живой или неживой материи причинять ущерб, наносить вред самой же материи.

Опасность – потенциальная возможность возникновения процессов или явлений, способных вызвать поражение людей, наносить материальный ущерб и разрушительно воздействовать на окружающую среду (по ГОСТ Р12.3.047 – 98).

Природная катастрофа – стихийное бедствие со значительными по масштабам трагическими последствиями, гибелью людей и разрушениями.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) — утверждённый в законодательном порядке санитарно–гигиенический норматив. Под ПДК понимается такая максимальная концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований, в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений. Уровни ПДК одного и того же вещества различны

для разных объектов внешней среды. Разработаны ПДК для воздуха, пищевых продуктов, воды (питьевая вода, вода водоемов, сточные воды), почвы.

Предельно допустимая концентрация рабочей зоны – такая концентрация вредного вещества, которая при ежедневной работе в течение всего рабочего периода не может вызвать заболевания в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – это норматив выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, который устанавливается для стационарного источника загрязнения атмосферного воздуха с учетом технических нормативов выбросов и фонового загрязнения атмосферного воздуха при условии не превышения данным источником гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха и других экологических нормативов.

Предельно допустимый сброс (ПДС) – это масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте.

Предельно допустимые уровни (ПДУ) физического воздействия на окружающую среду – уровни шума, вибраций, ионизирующих излучений, напряженности электромагнитных полей и т.п., которые не должны оказывать на человека прямого или косвенного вредного влияния при неограниченно долгом воздействии.

Стихийное бедствие – это опасное природное явление, характеризующееся внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушениями, уничтожением материальных ценностей, травмами и жертвами среди людей.

Техносфера – часть биосферы, в которой природная среда полностью или частично перестроена человеком при помощи прямого или косвенного

технического воздействия с целью наибольшего соответствия своим материальным и духовным потребностям.

Техносферная безопасность – сфера научной и практической деятельности, направленная на создание и поддержание техносферного пространства в качественном состоянии, исключающем его негативное влияние на человека и природу.

Экологическая катастрофа – стихийное бедствие, крупная производственная или транспортная авария (техногенная катастрофа), которая привела к чрезвычайно неблагоприятным изменениям в среде обитания и, как правило, к массовой гибели живых организмов (птиц, рыб, животных и растений) и к значительному экологическому ущербу.

Под ***ущербом*** понимаются негативные последствия от опасных природных, техноприродных и техногенных процессов, выраженные в физических, денежных или других эквивалентных единицах. Иными словами, ущерб – это оцененные последствия стихийных бедствий и техногенных катастроф.

Экономический ущерб – это денежное выражение отрицательных последствий, вызванное разрушениями и выводом из эксплуатации промышленных, социальных, бытовых, сельскохозяйственных объектов и различного рода коммуникаций.

Под **социальным ущербом** понимается гибель людей, психические травмы и другие неудобства, которые вызваны опасными природными, техноприродными и техногенными процессами.

Под **экологическим ущербом** следует понимать негативные последствия в окружающей среде, вызванные стихийными бедствиями или техногенными авариями и отрицательно влияющими на человека и окружающую среду. Следует отметить, что все виды ущербов тесно связаны между собой.

Накопленный экологический ущерб – это выраженный в денежном выражении вред, нанесенный окружающей среде в результате осуществления

в прошлом хозяйственной или иной деятельности, в том числе в результате нарушения природоохранного законодательства, а также убытки (затраты) на ликвидацию и предотвращение отрицательных последствий нанесенного вреда окружающей среде.

Накопленный вред окружающей среде – вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической или иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо выполнены не в полной мере.

2. Объект и предмет дисциплины

Техноприродные процессы представляют собой результат хозяйственной деятельности человека, вооруженного техникой и технологиями, а потому несут реальную опасность или потенциальную возможность разрушительно воздействовать на окружающую среду, наносить материальный ущерб или вред человеку.

Техноприродные процессы – это

1) изъятие из недр полезных ископаемых с помощью открытых и подземных горных работ, скважинной добычи нефти и газа, а также золота, урана и редких металлов путем подземного выщелачивания;
2) сельскохозяйственные работы, где для повышения урожайности широко применяют пестициды, негативное воздействие которых на здоровье человека вынудило последнего резко изменить отношение к ним (даже появился слоган «Пестициды – тупик цивилизации»);
3) интенсивное градостроительство с разнообразными наземными и подземными коммуникациями, мощной транспортной нагрузкой;
4) разнообразные гидромелиоративные работы;
5) строительство гидротехнических сооружений;
6) дорожное строительство и другие.

Реальность современной жизни такова, что созданная руками человека техносфера, призванная максимально защищать его от естественных опасностей, в результате сама стала основным источником опасностей на Земле. Происходящие в ней процессы приводят не только к людским жертвам, но и к уничтожению природной среды, ее глобальной деградации, что в свою очередь может вызывать необратимые генетические изменения у людей.

Создание и опыт развития техносферы в XX в. во многом свидетельствует о том, что формирование качественной техносферы невозможно без знания и учета механизмов возникновения в ней различных опасностей, воздействующих на человека и природу, и выработки действий для смягчения (или полного устранения) причин возникновения этих опасностей. Очевидно, 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 его здоровью. В связи с этим весьма актуальной задачей мирового сообщества, государств, общественных объединений и каждого человека становится осуществление постоянных и эффективных усилий по противодействию техногенным, антропогенным и природным опасностям и, прежде всего, по исключению или смягчению побуждающих их причин.

Нужно отметить, что человечество не сразу оценило масштабы негативного воздействия хозяйственной деятельности человека на окружающую среду. Лишь в 60– е годы прошлого века, когда нарастающий экологический кризис стал реальностью, стали появляться системы наблюдений за темпами ухудшения состояния окружающей среды, а с 70– х годов оформились требования по усилению контроля за воздействием на окружающую среду, организации мониторинга и введение процедуры оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).

Основными видами воздействия на окружающую среду при техноприродных процессах являются:

- изменение естественных ландшафтов;
- изъятие природных ресурсов;
- внесение в окружающую среду загрязняющих веществ.

Объектом дисциплины являются природно– технические системы и техноприродные процессы как область реальной действительности, на изучение которой направлена познавательная деятельность человека.

Предметом дисциплины являются закономерности и особенности развития опасных техноприродных процессов, установленные в результате изучения взаимодействия этих процессов со средой обитания человека и окружающей средой. Таким образом, предмет – это результат теоретического абстрагирования, который позволяет выделить закономерности развития и функционирования изучаемого объекта как некоторой части окружающей реальности.

Таким образом, объектом изучения дисциплины «Опасные техноприродные процессы» являются заранее запланированная хозяйственная деятельность человека по освоению определенной территории (акватории), сопровождающаяся изменением естественных ландшафтов и изъятием тех или иных природных ресурсов. Неизбежным следствием запланированных действий является техногенные загрязнения окружающей среды, ее деградация, масштабы которых могут быть оценены заблаговременно с помощью такого инструмента как ОВОС. Именно в основе проведения ОВОС лежит принцип презумпции потенциальной экологической опасности любой хозяйственной или иной деятельности, т.е. потенциальной экологической опасности любой деятельности. ОВОС является инструментом превентивного характера на любой стадии разработки хозяйственного проекта. Процедура ОВОС позволяет проанализировать возможные воздействия на окружающую среду и документально их оформить, затем организовать общественные слушания по

анализу отчета и учесть все комментарии граждан и представить отчет с окончательным решением. Предусматривается также информирование общественности об окончательном решении. При этом в целях организации эффективного природопользования необходимо создание такой системы оценки планируемых техноприродных процессов, которая бы привела хозяйственную деятельность к виду, обеспечивающему достаточный уровень социальной стабильности, необходимый уровень экономического роста и приемлемые экономические условия. Благо, что техноприродные процессы протекают лишь в пределах техносферы, являющейся только частью биосферы, активно преобразованной человеком в результате хозяйственной деятельности, тогда как опасные природные процессы развиваются во всех геосферах Земли – атмосфере, гидросфере, литосфере, включая и биосферу.

Таким образом, объект и предмет дисциплины «Опасные техноприродные процессы» ограничиваются лишь техносферной и техногенезом, как определяющим техноприродным процессом.

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 (1989), как своеобразную оболочку планеты, включающую те части геосфер, которые связаны потоками вещества, энергии и информации со всеми техническими системами, созданными человеком [7].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 или появилось вследствие использования техники – например, лесные вырубки, 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

«цивилизованных революций», после которых развитие техносферы резко ускорялось. В табл. 1 приведены выделенные Н. Ф. Реймерсом ключевые переходные моменты в истории развития человечества и техносферы [16].

Таблица 1. Этапы развития техносферы

Начало этапа	**Переходный момент**	**Содержание этапа**
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.

История 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 так же 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 большую 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 выражению В.И. Вернадского («Несколько слов о ноосфере», 1944 г.), «Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой»[17], 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 возникает 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;
- 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, 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, 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.

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, силы 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;
- субфера «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 [2,3].

  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 – $8.5 * 10^{12}$ 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. $км^2$ (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 демократического 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 и техносферы на природу. В итоге атмосфера, гидросфера 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.

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, гидрологических, 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 происхождение 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 и основы 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.**

Этот принцип указывает на возможность достижения качественной техносферы и определяет пути достижения этой цели, основанные на знании человеком необходимости соблюдения нормативных требований по допустимым внешним воздействиям 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» – это способы и метод снижения уровня и продолжительности действия опасностей на человека и природу. Принципиально защиту объекта от опасностей реализуют 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 (демографический взрыв, урбанизация населения);
17. потоки наркотических средств, алкоголя и др.
18. другие

Потоки, потребляемые и выделяемые человеком в процессе жизнедеятельности:

19. потоки кислорода, воды, пищи и иных веществ (в том числе алкоголь, табак, наркотики и т.п.);
20. потоки энергии (механической, тепловой, солнечной и др.);
21. потоки информации;
22. потоки отходов процесса жизнедеятельности;
23. 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; ПДС – предельно допустимые сбросы в поверхностные и подземные воды;
- 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.

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°С, в то время как температура внутренних органов человека за счет терморегуляции его организма сохраняется комфортной, близкой к 37°С. Наивысшая температура внутренних органов, которую выдерживает человек, – +43, минимальная – +25°С.

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° 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°С, зимой – 22–24°С; для человека, занимающегося тяжелым физическим трудом, летом – 18–20°С, зимой 16–18°С.

Отклонения температуры среды от комфортных значений на ± 2–5°С 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 85 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 перепонок 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 информаций.**

Отметим, что применительно к любому живому телу аксиома о воздействии среды обитания на тело звучит следующим образом: воздействие среды обитания на живое тело может быть позитивным или негативным, характер воздействия определяют параметры потоков и способность живого тела воспринимать эти потоки.

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 утверждает: **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 воздействии 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 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 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 ноля опасностей, действующих на человека в современной техносфере, показано на рис 1.

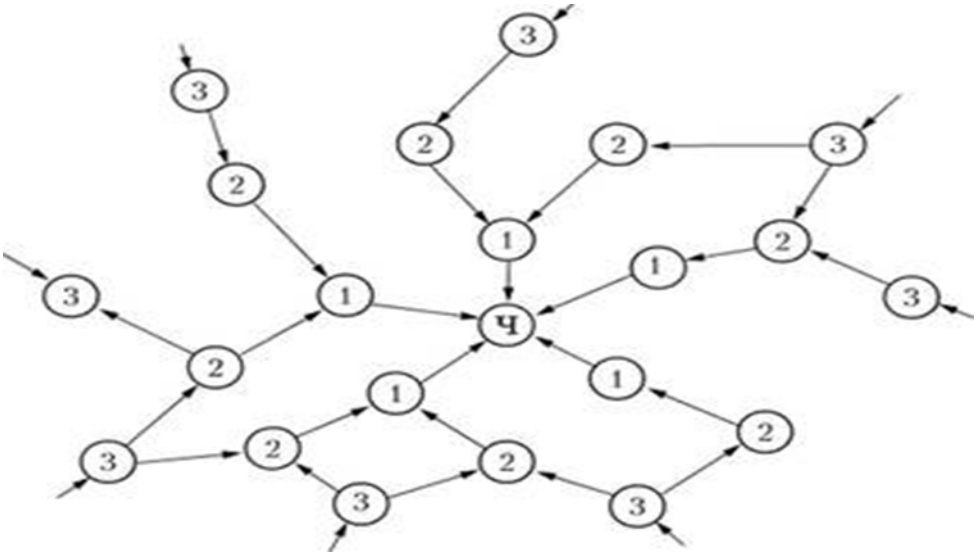


Рис. 1. Схематическое изображение причинно – следственного поля опасностей, в котором находится организм человека (Ч)

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 нерегламентироваиного 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, отдаляет 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 ДВС, 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 признаки опасности: их происхождение, параметры и зоны воздействия, а именно:

- происхождение источника опасностей;
- вид потока, образующего опасность;
- интенсивность (уровень) воздействия опасности;
- 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.

Рассмотрим первую группу (I уровень) классификации опасностей.

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 две группы опасностей: –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.).

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/м3, мг/л, мг/кг.

Энергетические опасности связаны с наличием в жизненном пространстве различных нолей (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 но 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 2.

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. 3,4,5).

Таблица 2. Классификация опасностей

Признаки классификации опасностей	**Вид (класс)**
Первая группа. Свойства опасностей	
По происхождению	Естественные Естественно–техногенные Антропогенные Антропогенно–техногенные Техногенные
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
Вторая группа. Свойства объекта защиты	
По способности различать (идентифицировать) опасности	Различаемые Не различаемые
По виду негативного воздействия	Вредные Травмоопасные
По масштабу воздействия (по численности лиц, подверженных воздействия опасности)	Индивидуальные Групповые Массовые

Таблица 3. 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

Таблица 4. Паспорт опасности сброса жидких отходов гальванического цеха (участка)

Признак	**Вид опасности**
Происхождение	Техногенное
Вид потока	Массовая
Интенсивность потока	Опасная
Длительность воздействия	Постоянная и периодическая
Зона воздействия	Городские и природные водоемы
Размеры зоны воздействия	Локальная и региональная
Степень завершенности воздействия	Реализуемая
Степень идентификации человеком	Различаемая
Степень опасности	Вредное для человека и природы
Масштаб (численность) воздействия	Групповой

Таблица 5. Паспорт опасности ЛЭП

Признак	**Вид опасности**
Происхождение	Техногенное
Вид потока	Энергетическая
Интенсивность потока	Опасная
Длительность воздействия	Постоянная
Зона воздействия	Городская, производственная
Размеры зоны воздействия	Локальная
Степень завершенности воздействия	Реальная
Степень идентификации человеком	Не различаемая
Степень опасности	Вредный
Масштаб воздействия	Индивидуальный

Паспорт опасности необходим для правильной оценки негативного влияния на людей и окружающую среду, а также для выбора защитных мер, необходимых для устроения 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 6. 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 1 400 – 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 2 673 ЧС рассматриваемого периода в Российской Федерации 1 565 – 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 614 801 человек, из них в техногенных ЧС – 37 220, в природных ЧС – 574 261, в биолого–социальных ЧС – 2 333 (987 пострадавших не отнесены ни к одной из вышеуказанных категорий).

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 опасности? По каким признакам он составляется?

9. Приведите классификацию ЧС по масштабам проявления.
10. Какими параметрами оценивается ЧС локального, муниципального и регионального характера?

Глава 2

ТЕХНОГЕНЕЗ

Как отмечалось во введении, **основными видами воздействия на окружающую среду при техноприродных процессах является:**

- **изменение естественных ландшафтов;**
- **изъятие природных ресурсов;**
- **внесение в окружающую среду загрязненных веществ.**

Соответственно, среди факторов развития техноприродных процессов можно выделить географические, геологические и геохимические. Причем последние по объему химических веществ, поставляемых в окружающую среду, занимают лидирующее положение. Географические и геологические факторы способствуют распространению техногенных веществ, накопленных в окружающей среде от хозяйственной деятельности человечества.

Следует отметить, что человечество за последние 100 лет только из литосферы изъяло огромное количество минерального вещества, которое было преобразовано в техногенные вещества, в техноприродные системы, составившие суть современной техносферы.

Современная техносфера – это сложное надприродное образование, состоящее из нескольких подсистем – субсфер и включающее разнообразные артефакты, технолиты, техническое и техногенное вещество и др., порожденное в результате такого всеобъемлющего и вездесущего процесса как техногенез.

2.1. ТИПЫ ТЕХНОГЕНЕЗА

Понятие **«техногенез»** было предложено А. Е. Ферсманов в 1934 г. для характеристики техногенных геохимических ландшафтов в условиях эксплуатации рудных месторождений, как совокупное проявление техногенных процессов рассеивания рудной минерализации на поверхности Земли. С точки зрения А. Е. Ферсмана, «человечество такой же природный агент, как жар и холод, дробящие горные породы, как живые организмы, создающие особые химические соединения, минералы, горные породы».

А. Е. Ферсман подчеркивает принципиальное термодинамическое различие между процессами живой и неживой природы. «**В неживой природе** преобладает рассеивание энергии, упрощение структур, стремление к равновесию, покою. А **жизнь** — это накопление энергии, усложнение, обновление, неустойчивость и ее постоянное сохранение, устремленность к новым рубежам, к освоению новых пространств, веществ, интервалов времени». В «… области жизни могучим … деятелем выступает человек», утверждает далее академик А.Е. Ферсман «…Тысячами способов аккумулирует человек запасы природных сил, вся деятельность его неустанно и упорно направлена на образование соединений с большим запасом энергии», что идет в разрез с эволюционной тенденцией земли к упрощению и рассеиванию энергии» [18].

Воздействие техногенеза на подземные воды и окружающую среду в своей работе по истории природных вод в 1933 году описал академик В.И. Вернадский следующим образом: «…вся природа плейстоцена, вся биосфера меняется деятельностью человечества. …Начало процесса теряется в седой исторической древности Египта, Месопотамии, Средней Азии… В XIX и XX вв. кривая изменения небывало резко поднялась вверх, охватив всю биосферу. Этот процесс идет вглубь, меняет режим пластовых вод... Тысячелетия идет изменение верховодок – вод грунтовых, позже началось изменение бурением и рудным делом вод пластовых напорных. Сейчас оно

местами сказывается глубже двух километров от земной поверхности. На всей биосфере исчезают и изменяются старые виды поверхностных вод, пластовых вод, вод почв и источников. Создаются новые культурные воды» [4].

Таким образом, истоки понятия «техногенеза» в размышлениях В.И. Вернадского и Ферсмана А.Е. исходят от горнорудной деятельности человека, преобразующее воздействие на литосферу которой более других изучено.

В геологическом словаре (1978) дается другое толкование этого понятия: **«Техногенез – совокупность процессов, вызванных производственной деятельностью человека**». В словаре по физическое географии **под техногенезом понимается «происхождение и изменение ландшафтов под влиянием прямо или косвенно действующих техногенных факторов: горноразработок, промышленных, энергетических или селькохозяйственных предприятия, гидротехнических сооружений, хозяйственного использования лесных массивов.**

М. А. Глазовская придает техногенезу геохимический аспект: « 1. Извлечение химических элементов из природной среды (литосферы, гидросферы, атмосферы) и их концентрацию; 2. Перегруппировку химических элементов, изменение химического состава соединений, в которые эти элементы входят, а также создание новых химических веществ; рассеяние вовлеченных в техногенез элементов в окружающей среде» [5].

В настоящее время появилось более широкое толкование термина «техногенез», предложенное Р. К. Баландиным: «**Техногенез – обусловленный деятельностью человека процесс перестройки биосферы, земной коры и околоземного космоса» [2].**

ГОСТ 17.5.1.01 – 83 дает такое определение: «**Техногенез – процесс изменения природных комплексов и биогеоценозов под воздействием производственной деятельности человека».**

Таким образом, в зависимости от рода деятельности человека можно выделить сельскохозяйственный, лесотехнический, горный, геологоразведочный, металлургический, градостроительный, космический, военный и другие виды техногенеза.

В работе Н. И. Плотникова **техногенез рассмотрен как «совокупность литолого – фациальных, геохимических, гидрогеологических, биогидрогеологических, инженерно – геологических, геокриологических и других техногенных процессов, протекающих в той части литосферы, в которой интенсивно проявляется инженерная деятельность человека, приводящая к изменению состояния и свойств геологической и нередко окружающей среды в целом» [15].**

Выделение типов техногенеза выполнено Н. И. Плотниковым по совокупности техногенных процессов в прямой зависимости от сложности и формы воздействия инженерной деятельности (табл. 7**). Горный техногенез** (техногенез горнорудной промышленности), занимающей первую строчку, отличается следующем:

- формированием на поверхности техногенного ландшафта, включая геохимическое и гидрогеохимические его аспекты, и, как следствие, загрязнения геологической среды, в том числе, почв, поверхностных и подземных вод;
- формированием техногенного поля напряжений в горном массиве, приводящих к развитию техногенной трещиноватости и деформации поверхности земли. Известно, что процесс отработки месторождения, даже если он организован с учетом самых

передовых технологий, дестабилизирует массив горных пород и вызывает активизацию экзогенных и, даже, эндогенных процессов;

- формированием в водоносном горизонте локального или регионального техногенного гидродинамического режима, приводящего к дренированию влаги на этой площади;
- проникновением техногенных процессов на значительную глубину, в пределах которой подземные воды обладают высокой окислительной способностью, способностью выщелачивания, растворения и интенсивным тепло – массообменом, направленным из недр на поверхность земли;
- значительным истощением естественных запасов подземных вод, переформированием структуры подземного потока в плане и разрезе, баланса общего и регионального стока.

Таблица 7. Типизация техногенеза (по Н. И. Плотникову)

Номер	**Типы техногенеза**	**Основная техногенная нагрузка на окружающую среду**	**Особенности эволюционного преобразования геологической среды**
I	Горнорудной промышленности	Интенсивное осушение водоносных горизонтов при горных выработках, эксплуатация хвостохранилищ, водозаборов и т.д.	Истощение естественных запасов, формирование геохимического ландшафта, изменение гидродинамического поля по площади влияния, в меньшей степени, загрязнение геологической среды
II	Гидромелиоратив-ный	Интенсивное техногенное, линейное и площадное питание подземных вод	Площадное загрязнение подземных вод, при отсутствии дренажа – ухудшение экологического качества геологической среды (формирование техногенных процессов вторичного засоления почв)
III	Градопромышлен-ного комплекса	Сложная система взаимодействия техногенных процессов с осушением	Формирование градопромышленного ландшафта с тенденцией загрязнения окружающей среды; подтопление

		геологической среды	городских территорий

IV	Гидротехнического комплекса	Интенсивное техногенное питание подземных вод при эксплуатации равнинных водохранилищ. Техногенная нагрузка на естественное поле напряжения геологической среды при эксплуатации горных водохранилищ	Подтопление прилегающих территорий, искусственное восполнение запасов подземных вод. Формирование вызванных (техногенных) землетрясений

2.2. ГОРНЫЙ ТЕХНОГЕНЕЗ

Классификационным признаком при выделении типов техногенеза, по Плотникову Н. И., рассматриваются комплексы техногенных процессов, посредством которых проявляются вышеуказанные особенности. Применительно к горному техногенезу в комплексе учтено 11 видов техногенных процессов (табл. 8). На рудниках Урала дополнительно известны подземные пожары в медно– колчеданных шахтах (например, Дегтярский, Карабашский, Сибирский рудники).

Таблица 8. Комплекс техногенных процессов горного техногенеза (по Н. И. Плотникову и С. Н. Елохиной)

Техногенный процесс	**Формы техногенного изменения свойств окружающей среды (ОС)**	**Примеры на территории Урала**
Осушение водоносных пород надрудной и водовмещающей толщ	Истощение естественных запасов подземных вод. Коренное нарушение взаимосвязи поверхностных и подземных вод.	Практически все горнорудные объекты: СУБР, Дегрярский, Левихинский, Березовский, Пышминско – Ключевской,

	Дренирование родников, колодцев, водозаборных скважин в зоне гидродинамического влияния. Нарушение структуры общего водного баланса. Загрязнение поверхностных вод в результате сброса дренажных вод. Существенное ухудшение общих ландшафтных условий.	Гумешевский, Сибайский и др. рудники
Вторичная консолидация рыхлых пород	Деформация поверхности и, как следствие, деформация подземных коммуникаций и нередко поверхностных сооружений	Возможны на буроугольных шахтах Челябинского бассейна
Депрессионное уплотнение песчано–глинистых пород при снижении пластового давления	Деформация поверхности и, как следствие, формация шахтных стволов и околошахтных горных выработок	Данные отсутствуют
Сдвижение в массиве горных пород в зоне влияния горных выработок	Значительная деформация поверхности, подземных коммуникаций и нередко поверхностных сооружений, дорог. Образование зоны техногенной трещиноватости	Практически все горнорудные объекты подземной и комбинированной систем отработки: шахты Магнетитовая и Северо – Песчанская, Дегтярский, Левихинский, Березовский, Гумешевский, Крылатовский и др.
Суффозионные и суффозионно-карстовые процессы, формирующиеся при осушении водоносных карбонатных пород	Образование на поверхности провальных воронок. Деформация поверхностных и подземных сооружений в зоне влияния провальных воронок	СУБР, Высокогорское, Алапаевское и Зыряновское железнорудные месторождения
Внезапный прорыв рудничных вод, формирующийся под влиянием остаточного гидростатического напора	Деформация и затопление горных выработок, нарушение общего ритма добычных работ	Практически все горнорудные объекты с подземной отработкой
Оползневые процессы при открытой разработке месторождений, формирующиеся при слабоосушенных песчано–глинистых породах	Деформация уступов и бортов карьера. Нарушение общего ритма горных работ.	Режевской никелевый рудник, ГОК «Ванадий» (Гусевогорское МПИ), Меднорудянский отработанный карьер г. Нижний Тагил
Окисление рудной минерализации и органических веществ в осушенных породах техногенной зоны аэрации	Ухудшение качества рудничных вод, их химическое загрязнение, возможно формирование агрессивных кислых вод. Вторичное минералообразование (семиводные минералы типа мелантерита) и их накопление в трещинах техногенной зоны аэрации	Все медноколчеданные месторождения Урала (Емлин)
Взаимодействие осушительных устройств и водозаборных сооружений предприятия	Снижение общей производительности водозабора, требующее нередко строительства нового каптажного сооружения. Ухудшение качества воды на	Пышминско – Ключеской и Березовский рудники, липовский никелевый рудник

	водозаборе при остановке рудника и затоплении выработок	
Пучение глинистых пород в подземных горных выработках	Деформация горных выработок, требующая специального крепления	Данные отсутствуют
Горные удары при освоении месторождений в сложных геологоструктурных условиях	Деформация и обрушение горных выработок	СУБР
Подземные пожары	Повышенное газообразование. Изменение температуры горных пород	Дегтярский, Леневский и др. медноколчеданные рудники

Анализ табл. 8 свидетельствует, что максимальное по площади изменения свойств литосферы и окружающей природной среды связаны с дренажными мероприятиями по **осушению горных выработок**. В динамике процесса осушения выделяются две фазы:

- в первую фазу горные работы расположены выше местного базиса эрозии; источниками обводнения горных выработок являются естественные ресурсы и запасы подземных вод; на фоне естественного потока подземных вод под влиянием шахтного водоотлива формируется локальный техногенный фильтрационный поток, контуры которого вызывают ограниченное осушение компонентов ОС;
- во вторую фазу осушения снижение уровня подземных вод достигает значительных глубин; в балансовую структуру источников обводнения привлекаются поверхностные воды прилегающих рек, родниковый сток, грунтовые воды аллювиальных отложений; происходит отрыв депрессионной воронки от речных долин и её региональное развитие.

Обратной стороной осушения является формирование огромных объемов дренажных вод, имеющих обычно аномальный химический состав, что ограничивает их использование в хозяйственных и технических целях. В результате производится сброс дренажных вод в поверхностные водные системы, который загрязняет их. Иногда процесс смешения рудничных и речных вод прослеживается визуально на космоснимках на многие

километры. Имеется большой объем фактических данных и многочисленные исследования по составу рудничных вод и их влиянию на речной сток.

Снижение уровня подземных вод на больших площадях, кроме того, приводит к осушению почвенно– растительного слоя, ухудшению питания растительных сообществ, снижению бонитета лесных насаждений, осушению болот, занимающих важное место в биогеоценозах.

Опасной является техногенная активизация **суффозионно–карстовых** процессов, которые могут развиваться в краевых частях депрессионных воронок рудничного водоотлива за пределами горного и земельного отвода горнодобывающих предприятий, что затрудняет их прогноз и контроль. Обычно процессы техногенного карста и суффозии происходят на пойменных участках речных долин (СУБР и др.).

В пределах горных отводов при определенных системах подземной разработки (чаще с обрушением кровли) формируются мощные **зоны провалов,** как, например, над подземными выработками шахты Северо–Песчанская Богословского рудоуправления или шахты Магнетитовой Высокогорского управления, достигающие глубины 40 и более метров.

Внезапный прорыв рудничных вод встречался при работе многих уральских рудников. Особенно водообильными являются СУБР, ЮУБР, Полуночные марганцовые рудники, Гумешевский, Дегтярский и др. объекты, в геологическом строении которых участвуют карстующиеся горные породы (известняки и доломиты). Опасными являются прорывы поверхностных вод при развитии депрессионных воронок по площади (СУБР, Покровское и Зыряновское железорудные месторождения, Березовский рудник и др.). С увеличение глубины отработки объем водопритоков обычно стабилизируется (Гидрогеология СССР …).

Оползневые процессы на бортах карьеров и провалов в пределах Уральских складчатых структур обычно формируют мелкие тела, которые устраняются их укреплением.

Техногенный процесс **окисления рудной минерализации** наибольшую активность приобретает на колчеданных месторождениях и, в первую очередь, в пределах породных отвалов, механизм которого достаточно хорошо изучен, наибольшую активность приобретает на колчеданных месторождениях и, в первую очередь, в пределах породных отвалов. При описании старых Сернистых рудников в Самарской области и рудников на побережье Белого моря, в пределах техногенной зоны аэрации происходит не только окисление и вынос минеральных образований, но и накопление вторичных минералов. На Урале образование вторичных минералов на разрабатываемых медноколчеданных месторождениях описано Б. В. Чесноковым, а на угольных – С. С. Потаповым и С. М. Блиновым и др.

Ещё одним опасным техногенным процессом горнорудного техногенеза являются **горные удары и подземные пожары**.

2.3. ТЕХНОГЕНЕЗ АКТИВНОЙ И ПАССИВНОЙ СТАДИЙ

С. Н. Елохина в работе «Техногенез затопленных рудников Урала» обстоятельно рассмотрела **техногенез постэксплуатационной (пассивной) стадии** горного техногенеза, отмечая, что на пассивной стадии формируется комплекс природно– техногенных геологических процессов со специфической гидродинамической и геохимической обстановкой (табл. 9).

Таблица 9. Комплекс техноприродных процессов активной и пассивной стадий горного техногенеза (по Э. Ф. Эмлину и С. Н. Елохиной)

Техногенные активной стадии (Э. Ф. Емлин, 1991)	**Природно – техногенные пассивной стадии (С. Н. Елохина, 2013)**
Осушение водоносных пород надрудной и рудовмещающей толщ дренажными мероприятиями	Подъем уровня подземных вод после остановки водоотлива в границах депрессионной воронки, самозатопление шахтных полей Излив шахтных вод на поверхность земли Изменение структуры фильтрационного потока и общего водного баланса Подтопление, заболачивание Сохранение водоотлива полностью или

	частично

Вторичная консолидация рыхлых пород при снижении пластового давления	Разжижение и снижение прочностных свойств горных пород при их вторичном замачивании
Депрессионное уплотнение песчаноглинистых пород при снижении пластового давления	То же
Сдвижение в массиве горных пород в зоне влияния горных выработок	Гравитационные процессы на подработанной территории, в том числе, в зоне сдвижения
Суффозионные и суффозионно-карстовые процессы, формирующиеся при осушении водоносных карбонатных пород	Суффозионные и суффозионно– карстовые процессы, формирующиеся в зоне сезонного колебания уровня подземных вод, в первую очередь, над подземными горными выработками
Внезапный прорыв рудничных вод, формирующийся под влиянием остаточного гидростатического напора	Внезапный прорыв рудничных вод из старых затопленных выработок в новые и работающие выработки
Оползневые процессы при открытой разработке месторождений, формирующиеся при слабоосушенных песчано– глинистых породах	Оползневые и осыпные процессы при открытой разработке месторождений, формирующиеся при «мокрой» консервации карьерных выемок
Окисление рудной минерализации и органических веществ в осушенных породах техногенной зоны аэрации	Химическое выветривание техногенных литоминеральных образований (отвалов, аэрогенных ореолов и др. объектов). Окисление рудной минерализации и органических веществ в осушенных породах техногенной зоны аэрации при неполном восстановлении уровня подземных вод. Растворение вторичных минералообразований в бывшей техногенной зоне аэрации
Взаимодействие осушительных устройств и водозаборных сооружений предприятия	Включение в область питания водозаборных сооружений затопленных шахтных полей
Пучение глинистых пород в подземных горных выработках	Водная эрозия стенок подземных горных выработок
Горные удары при освоении месторождений в сложных геологоструктурных условиях	Нарушение прочностных свойств и устойчивости подработанных массивов горных пород
Техногенные землетрясения	Техногенные землетрясения
Подземные пожары	Изменение температурного градиента в массиве горных пород
Формирование техногенных ландшафтов	Нерекультивированные техногенные

	ландшафты или их элементы, составляющие природно– техногенные геологические опасности

В табл. 10 комплексы техноприродных процессов, развивающиеся при разработке месторождений твердых полезных ископаемых, сведены в группы процессов: горно– технологические, геодинамические, геохимические, гидродинамические, гидрогеологические и гидрологические.

Таблица 10. Комплексы техногенных и техноприродных процессов горного техногенеза активной и пассивной стадий разработки месторождений

Группа процессов	Процессы активной стадии	Процессы пассивной стадии
Геодинамические	Оползни, сдвижение в массиве горных пород в зоне влияния горных выработок, горные удары и техногенные землетрясения	Оползни, осыпи, провалы, трещинообразование, обрушение горных выработок, горные удары
Гидрогеологические и гидрологические	Осушение водоносных пород надрудной и рудовмещающих толщ, прорыв рудничных вод	Подтопление, заболачивание, излив шахтных вод на поверхность, суффозионные и суффозионно– карстовые процессы
Гидродинамические	Депрессионное уплотнение песчано– глинистых пород, вторичная консолидация рыхлых пород при снижении пластового давления, пучение глинистых пород	Разжижение и снижение прочностных свойств пород при их вторичном замачивании, водная эрозия стенок подземных выработок
Геохимические	Химическое выветривание, в т.ч. окисление рудной минерализации и органических веществ	Химическое выветривание, вторичное минералообразование, растворение вторичных минеральных образований
Горно– технологические, в т.ч. физические, механические	Вскрышные, буро– взрывные работы, экскавация, дробильно– сортировочные работы, отвалообразование	Рекультивация (горнотехническая, биологическая, химическая и др.)

2.4. ТЕХНОГЕНЕЗ АСБЕСТОВСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА

Как отмечалось выше, одним из мощных ландшафтопреобразующих факторов является горнодобывающая промышленность. Именно с горнодобывающими предприятиями как градообразующими связано появление многих российских городов и горняцких поселков: г. Мирный – алмазы, г. Березовский – золото, г. Дегтярск – медные руды, г. Магнитогорск – железо, г. Асбест – хризотил – асбест и многие другие города.

В результате взаимодействия горного предприятия с окружающей средой формируется **природно – техническая система (ПТС**), которая охватывает разномасштабные явления и процессы техногенеза. Согласно известным определениям, **ПТС включает две подсистемы: «сооружение» (карьер, подземная горная выработка) и «область взаимодействия» (геологические, инженерно – геологические, гидрогеологические, геокриологические условия**). На рис. 2 представлена структура ПТС месторождений твердых полезных ископаемых,по И.А.Абатуровой [9], а ниже приводится характеристика ПТС Асбестовского промышленного узла, которая сформировалась в результате производственной деятельности комбината «Ураласбест» по разработке Баженовского месторождения хризотил – асбеста [9].

Предприятия Асбестовского промышленного узла размещены в пределах г. Асбеста и прилегающего к нему района(рис. 3). Основной жилой массив г. Асбеста примыкает к западному борту действующего карьера, небольшой жилой массив (пос. 101 квартал) расположен вблизи восточного борта карьера. В южной части города расположен ремонтно – механический завод, к востоку от карьера на расстоянии 1.5– 3.5 км от основного жилого массива – цех 1 (фабрика №6) и цех 2 (фабрика № 4) обогатительной фабрики, отвалы вскрышных пород и отходов обогащения асбеста.

Основные источники воздействия, соизмеримые в площадном отношении с селитебной территорией г. Асбеста, – карьер и отвалы вскрышных пород.

Вставить рисунок!

Рисунок 2. Структура природно – технической системы месторождений твердых полезных ископаемых

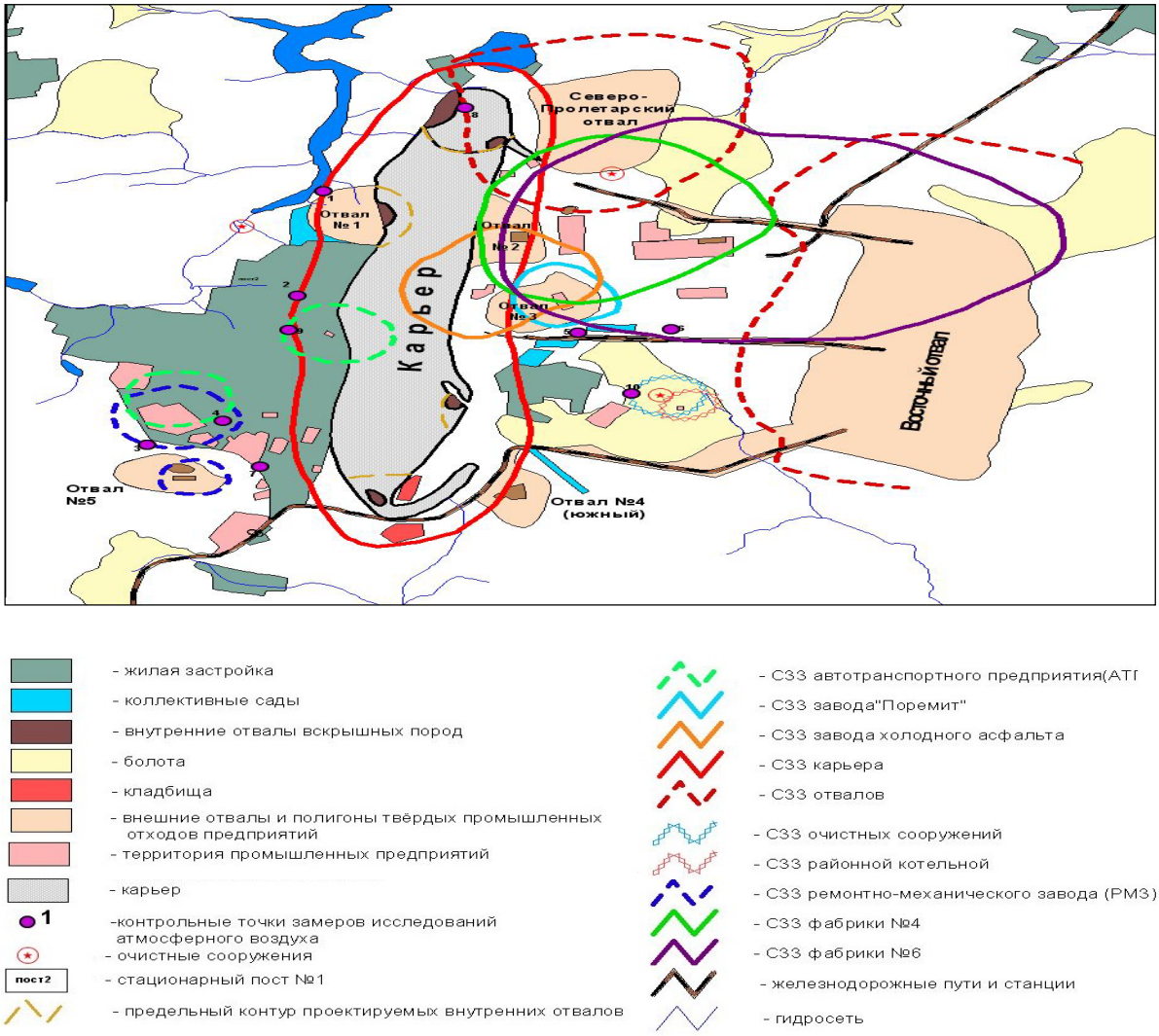


Рисунок 3. Карта техногенных объектов Асбестовского промышленного узла

Карьер. Разведанное до глубины 300– 1200 м, Баженовское месторождение занимает площадь 45 $м^2$ и субмеридионально вытянуто на 16,2 км при ширине до 3,0 км. Запасы полезных ископаемых Баженовского месторождения утверждены по хризотил – асбесту (1106,4 млн тонн по категориям А+В+С и 2156,9 млн т по категории $С_1$,) строительному камню (1298,6 млн $м^3$ по категории А+В+ $С_1$) и недавно разведанному на двух участках восточного борта карьера декоративному камню (серпентиниты и перидотиты с запасами 348 тыс. $м^3$ по категории $С_1$ и 1619 тыс. $м^3$ по категории $С_2$).

Разведанных запасов месторождения хватит еще на 60– 100 лет отработки месторождения открытым способом. При этом согласно первоначальному проекту, отработка месторождения открытым способом возможна до глубины 500 м от поверхности по Северному и Южному участкам карьера, и до глубины 680 м – по его Центральному участку.

Значительные размеры асбестовых залежей и их сближенность позволили разрабатывать месторождение крупными механизированными карьерами с системой разработки горизонтальными слоями большой мощности (высота добычных уступов – 10– 15 м, угол откоса 60– 80^0, ширина рабочих площадок 20– 100 м). В первый период добыча велась из нескольких карьеров, которые впоследствии соединились на различных горизонтах. В настоящее время месторождение отрабатывается единым карьером размерами 14*2 км и площадью 15,8 – 16,0 $км^2$, глубиной от 55 до 310 м, с дренажным водоотливом более 6 млн. $м^3$ воды в год.

Для рыхления скальных пород и руды применяются буровзрывные работы. Бурение взрывных скважин производится станками шарошечного бурения. Выемка горной массы производится экскаваторами. Транспортировка руды и пустых пород с нижних горизонтов карьера до внутрикарьерных перегрузочных пунктов производится с использованием большегрузных самосвалов. Максимальный объем годовой добычи составил

– 56,3 млн. тонн горной массы в 1997 г. (производство товарного асбеста соответственно достигало 19,9 млн. тонн, в том числе из отвалов бедных руд – до 2,3 млн. тонн).

Карьер Баженовского месторождения делит Асбестовский промышленный узел на две зоны, тяготеющие соответственно к его западному и восточному бортам. Непосредственно к западному борту примыкает основной жилой массив г. Асбеста, в зоне западного борта (южная промышленная зона города) находятся ремонтно– механический завод, автотранспортные предприятия и другие службы комбината).

В зоне восточного борта карьера расположены жилой массив 101 квартала, основные отвалы вскрышных пород и отходов обогащения, асбестообогатительная фабрика, заводы «Порэмит» и холодного асфальта, цех взрывных работ.

Отвалы и полигоны промышленных отходов Асбестовского промышленного узла. На территории присутствуют 8 внешних отвалов общей площадью 33,6 км^2, что составляет около 44 % от площади земельного отвода предприятия (отвалы № 1– 5, Северо– Пролетарский отвал, два слившихся Восточных отвала) и 2 действующих полигона твердых промышленных отходов: полигон севернее асбестообогатительной фабрики № 4 и полигон северо– восточной части промплощадки фабрики № 6.

Нижняя часть отходов часто увлажнена вследствие неглубокого (иногда менее 2 м от подошвы складируемых отходов) залегания подземных вод. Предположительно на большей части площади, в основании отвалов залегают уплотненные весом отвалов и закольматированные пылеватыми частицами, выносимыми из тела отвалов, песчано– глинистые отложения различной мощности. Это предполагает наличие линз верховодки в основании отвалов, вода которой подпитывает грунтовые воды.

На предприятии принята трехъярусная технология отвалообразования. Первый ярус (высотой 50 м) отсыпается из вскрышных пород. Отходы

обогатительных фабрик складируются преимущественно на втором и третьем ярусах отвалов. По мере заполнения третьего яруса планируется покрытие отходов обогащения глинистыми породами.

В отвалах сложено 1570,7 млн. $м^3$ или 4410,9 млн. т. вскрышных пород, а также 328,6 тыс. $м^3$или 519,5 млн. т отходов обогатительных фабрик. В последние годы, из– за потери рынков сбыта, объем промышленных отходов обогатительного комплекса возрос с 6,6 до 12,0 млн. т в год (из них утилизируется до 1,7 млн. т). Ожидается, что количество отходов обогащения, складируемых в отвалы, в будущем будет колебаться в зависимости от ритмичности работы обогатительных предприятий и изменения спроса на строительные материалы, но не превысит 15,4 млн. т. в год. При этом проект развития комбината предусматривает максимальное снижение коэффициента вскрыши за счет увеличения крутизны бортов карьера и переход на внутреннее отвалообразование. Ежегодное количество образующихся вскрышных пород составляет около 37 млн. т., из которых утилизируется 19,2 млн. т.

В настоящее время в соответствии с разработанными институтом Уралгипрошахт проектами неутилизированные вскрышные породы складируются в отвал № 1, Северо–Пролетарский и Восточный отвал, а также во внутренние отвалы, расположенные на временно консервируемых участках карьера.

Выполненными в семидесятых годах исследованиями свойств отходов асбестообогатительных фабрик (Новосибирский институт инженеров железнодорожного транспорта) установлено, что на поверхности отвалов обогащения под воздействием осадков образуется устойчивая к разрушению корка, армированная волокнами асбеста, которая предотвращает пылевыделение. Кроме того, отходы обогащения являются недренирующим материалом, и внутренняя часть объемов отходов обогащения сохраняется в

сухом состоянии. Однако данными свойствами обладают только отходы обогащения.

Сводная характеристика отвалов и полигонов промышленных отходов приведена в таблице 11.

Предприятие имеет два основных вида отходов (составляющих более 90 % от всей массы отходов производства) – вскрышные породы (коэффициент вскрыши составляет 1,8 – 3,1 т/т) и отходы сухого обогащения асбестовой руды. Кроме того, в отвалы складируются продукты осаждения рукавных фильтров и электрофильтров, отходы литейного производства, прочие твердые отходы производства.

По минеральному составу в складируемых материалах преобладают силикаты группы серпентина, оливина и пироксена. В качестве примесей присутствуют магнетит, брусит, магнезиальные карбонаты, хромшпинелиды, тальк, хлориты и некоторые другие минералы.

Распределение пород отвальной массы по литологическим разновидностям следующее: серпентиниты – 44,5 %, перидотиты – 28,6 %, габбро – 12,3 %, тальк – карбонатные породы – 7 %, диориты – 4,9 %. Химический состав вскрышных пород: MgO – 42,0 %, SiO_2 – 40,9 %, Fe_2O_3– 3,0 %, Al_2O_3 – 1,25 %. Фракционный состав вскрышных пород: фракция размером до 5 мм – 10%, от 5 мм до 1 м – 20%, размером от 1 до 2 м и от 2 до 3 м – по 15 %, от 3 до 5 м – 10%, от 5 до 10 м – 20% и размером более 10 м – до 10% от общей массы.

Таблица 11. Краткая характеристика отвалов Асбестовского промышленного узла

№ отвала	**Местоположение отвалов**	**Высота, м/S, км^2**	**Объем отходов на 2000 г., млн. т.**	**Состав отходов**
№ 1	Правобережный склон долины реки Б. Рефт в 100–150 м от уреза воды Малышевского водохранилища. Примыкает к застроенным территориям г. Асбеста и северо– западному борту карьера.	30 / 1,6	165,4	Вскрышные породы и забалансовые руды

№ 2	В пределах водораздела р.р. Пышма и Б. Рефт, в промышленной зоне на восточном борту карьера. Большая часть площади отвалов расположена в зоне дренажного влияния карьера и его крайняя восточная часть в многоводные периоды имеет сток подземных вод в северо– восточном направлении к Северо– Пролетарскому отвалу	54– 58/1,4	212,2	Вскрышные породы и забалансовые руды
			60,2	Отходы обогащения
			0,0074	Шламы производства мозаичной плитки
№ 3	В пределах водосборной площади р. Талица (левобережный приток р. Пышма), в промзоне, в 0,5 км восточнее карьера, в 0,5 км севернее поселка 101– й квартал. Западная часть дренируется депрессионной воронкой карьерного водоотлива.	70– 75/2,4	361,3	Вскрышные породы и забалансовые руды
			53	Отходы обогащения
№ 4	В 0,7 км юго– восточнее южного борта карьера, на водоразделе безымянного левого притока р. Грязнушки (левый приток р. Пышма) и р. Талицы	45/1,6	163,3	Вскрышные породы и забалансовые руды
№ 5	В 1 км юго– западнее г. Асбеста, на водоразделе р.р. Б. Рефт и Грязнушка	40/0,9	62,9	Отходы обогащения
			0,011	Формовочные материалы литейного производства
			0,000027	Окалина
			0,000022	Углеродная, графитовая пыль
Северо– Пролетарский отвал	В 0,5 км восточнее северной части карьера Баженовского месторождения, в 0,5 км юго– восточнее оз. Окунево, на приводораздельном склоне долины р. Пещерная (правый приток р. Б. Рефт)	67/4,2	660,3	Вскрышные породы и забалансовые руды
			0,00031	Стройматериалы
			0,000035	Негодные резинотехнические изделия
Восточный отвал	В 8 км восточнее г. Асбеста, на водоразделе р.р. Талицы и р. Б. Рефт	51/19,5	2939,3	Вскрышные породы и забалансовые руды
			385,7	Отходы обогащения
Внутренние отвалы	Западный и восточный борта законсервированных карьеров № 1– 2 и Северный, а также в пределах южной выездной траншеи с выведенной из эксплуатации части территорий внешних отвалов.	…	46,5	Вскрышные породы и забалансовые руды

Содержание химических элементов в отвальных породах и в подотвальных подземных водах, развитых в районе отвалов, приведено в таблице 12.

Таблица 12. Химический состав техногенных образований отвалов и подземных вод

Химический элемент	Кларк в земной коре, % (по Ферсману А. Е.)	Вскрышные породы, %	Отходы обогащения, %	Отвалы в среднем, % (максимальный кларк концентрации)	Подземные воды в районе отвалов, мг/дм3
Cr	0,0083	0,17	0,13– 0,99	0,001– 3,1 (119,3– 373,5)	0,002
Ni	0,01	0,15	0,10– 0,196	0,001– 0,0196 (19,6)	0,006
Mg	2,35	20,6	37,2	21,9 – 26,7 (11,4)	27,97– 115,5
W	0,0001	Н.с.	Н.с.	0– 0,0003 (3,0)	Н.с.
Fe	4,2	4,2	5,6	0,183– 5,46 (1,3)	0,06– 0,2
Mn	0,10	0,03	0,03– 0,116	0,0077– 0,1155 (1,2)	0,006
Mo	0,0001	Н.с.	Н.с.	0– 0,0001 (1,0)	0
Si	26,0	48,6	39,8	17,9– 20,0 (–)	Н.с.
Al	7,45	9,8	2,1	0,005– 0,98 (–)	Н.с.
Ca	3,25	6,10	1,30	0,0071– 1,31 (–)	54,1 – 62,1
Na	2,40	2,10	0,20	0– 0,0148 (–)	0
K	2,35	0,05	0,05	0– 0,0083 (–)	0
F	0,01	Н.с.	0	0 (–)	Н.с.
Ti	0,61	Н.с.	0,003	0– 0,003 (–)	Н.с.
C	0,0014	Н.с.	Н.с.	0,002– 0,023	Н.с.
N	0,009	Н.с.	Н.с.	0,001– 0,007 (–)	Н.с.
Zr	0,017	Н.с.	Н.с.	0– 001– 0,003 (–)	Н.с.
Cu	0,0047	0,002	0,0019	0– 0,001 (–)	0
Zn	0,0083	0,007	0,006	0– 0,001 (–)	0
As	0,0002	Н.с.	Н.с.	0 (–)	0
Y	0,0029	Н.с.	Н.с.	0 (–)	Н.с.
Sr	0,034	Н.с.	Н.с.	0 (–)	0,02– 0,05
Pb	$1{,}6*10^{-3}$	0,01	0,01	Н.с.	0
Co	0,002	0,002	0,002	Н.с.	Менее 0,001
Cd	$5*10^{-4}$	Н.с.	Н.с.	Н.с.	0,0002
Be	Н.с.	Н.с.	Н.с.	Н.с.	0– 0,001
Zr	Н.с.	Н.с.	Н.с.	0,003	Н.с.
V	Н.с.	Н.с.	Н.с.	0,007	Н.с.

Примечание: Н.с.– нет сведений.

Отходы обогащения представляют собой мелкий щебень фракций 0– 10 мм, содержащихся до 1,1 % асбеста. Отходы обогащения имеют лишь большую степень измельчения по сравнению с материалом вскрышных

пород, минералогический и химический состав идентичен вскрышным породам.

Так как на всех стадиях работ отсутствует какое– либо химическое воздействие на добываемую и обогащаемую руду, то наличие каких– либо специфических реагентов в отвальной массе и отходах обогащений исключено.

В количествах, превышающих кларковые, в отвальных породах содержатся Cr,Ni,Mg,W,Fe,Mn. Элементы, содержащиеся в максимальных концентрациях, имеют тенденцию к рассеиванию, выносу из отвальных пород при благоприятных условиях миграции.

Разработка месторождений открытым способом предполагает разрушение растительного покрова и местообитаний животных на месте карьера, отвалов, всех технологических и вспомогательных сооружений. Вокруг территории с полностью разрушенным почвенно– растительным покровом формируется зона его трансформации. Степень нарушенности почв и растительности в этой зоне разная, но имеет тенденцию к снижению с удалением от источника нарушений. При этом растительность может стать индикатором таких изменений как переувлажнение, дренаж, изменение физических и химических свойств почвы, интенсивность преобразований рельефа.

Загрязнение почв и растительности происходит вследствие распыления горной массы при разработке, транспортировке, хранении, в результате работы карьерной и транспортной техники, энергетических установок и технологического оборудования, а также при загрязнении водном и поверхностном.

Источником воздействия является пыль, прежде всего асбестовая, а также оксиды серы и азота, тяжелые металлы. Анализ приземных концентраций фитотоксичных соединений показал, что опасности для большинства групп растительности они не представляют.

Воздействие на животный мир карьерных разработок полезных ископаемых связано с разрушением и нарушением местообитаний, нарушением кормовой базы (в связи с разрушением растительного покрова), с шумовым воздействием техники и технологического оборудования, присутствием человека, охотой. Может иметь значение загрязнение воздуха, воды, пищи.

Исследования показали, что асбестовая пыль должна рассматриваться как физический фактор, а не химический – она может воздействовать, забивая поры и некоторым образом нарушая дыхание. Не зафиксировано действия асбеста на дыхание, на генетические особенности мелких млекопитающих, которые обитают на территории, примыкающей к комбинату «Ураласбест».

Анализ техногенных воздействий на рассматриваемую территорию позволяет разработать их классификацию. В основе классификации лежат природа и механизм воздействия, характер воздействия, его размер, положение в пространстве, обратимость, техногенное влияние, оказываемое тем или иным источником. В типизации учтены «первичные» техногенные воздействия, непосредственно влияющие на основные компоненты окружающей среды.

Классификация техногенного воздействия Асбестовского промышленного узла на окружающую среду выполнена на основе разработанной В. Т. Трофимовым, В. А. Королевым и А. С. Герасимовой [17] классификации техногенных воздействий с учетом загрязнений атмосферного воздуха(табл.13).

В год в атмосферу поступает около 1000 тонн пыли (при интенсивности 55 г/м^2), которая оседает в основном в радиусе 200– 300 м вокруг источников выброса. С пылью привносятся тяжелые металлы, основные – Cr и Ni.

За счет отбора подземных вод происходит уменьшение подземного стока на 5 % (1005 тыс. $м^3$/ год), а поверхностный сток увеличивается за счет сбросов дренажных вод и сточных с промышленных предприятий до 6726 тыс. $м^3$/ год с повышенным содержанием взвешенных частиц и соединений азота.

В процессе функционирования ПТС Асбестовского промышленного угла воздействие на окружающую среду оказывается, как правило, комплексно, но, опираясь на данную классификацию, комплексные воздействия всегда могут быть расчленены на отдельные составляющие для их изучения и последующего анализа. В пределах ПТС Асбестовского промышленного узла динамично (в масштабе физического времени) изменяется химический состав почв, поверхностных и подземных вод.

Таблица 13. Классификация техногенных воздействий на окружающую среду Асбестовского промышленного узла,по А.В.Захарову[9] .

Вставить таблицу!!!

2.5. ДЕГТЯРСКИЙ ТЕХНОГЕНЕЗ

Техногенез Асбестовского горнопромышленного узла характеризует техноприродные процессы активной стадии разработки месторождений.

На Урале как старейшем горнорудном регионе, кроме действующих, имеются многочисленные остановленные рудники. Так, на территории Свердловской области из 40 рудных месторождений, которые разрабатывались в 70– годах XX в. сейчас более 60 % находятся во временной или в стадии полной ликвидации. Одним из них является Дегтярский медный рудник, горнодобычные работы на котором были прекращены в 1944 г. в связи с полной отработкой утвержденных запасов.

С момента прекращения шахтного водоотлива и заполнения воронки депрессии все открытые горные выработки были полностью затоплены. Также образовались подотвальные озёра терриконов шахт «Капитальная– 1» и «Капитальная– 2» с переливом кислых вод в р. Дегтярку.

В условиях активизации процессов окисления остаточной сульфидной минерализации, неотработанных целиков рудного тела, а также подпитывания загрязненными атмосферными осадками, проходящими через слой отвальных пород, рудничные воды приобрели сульфатно– хлоридно– гидрокарбонатный и хлоридногидрокарбонатно– сульфатный состав с величиной сухого остатка от 5 до 12,6 г/л и более, и аномально высоким содержанием железа (36,6 мг/л в канализационном коллекторе, 1999 г.), меди (до 0,65 мг/л – на входе в очистные сооружения хозяйственно– бытовых стоков, 1999г.) и др. элементов. В связи с активной горнодобывающей деятельностью за весь период существования Дегтярского рудника наблюдалось существенное влияние техногенных процессов на окружающую среду. Горнорудная промышленность в районе Дегтярска имела свои особенности технологической системы добычи полезного ископаемого, глубину техногенного проникновения в недра земли, геолого– гидрогеологические условия промышленной отработки и др. Всё это в

совокупности определило особенности формирования природнотехногенных процессов на пассивной стадии техногенеза, которую можно квалифицировать как «Дегтярский техногенез», по С.Н.Елохиной [6].

Дегтярский техногенез, как и любой другой техногенез горнопромышленного профиля, характеризуется специфической ландшафтной, геодинамической и гидродинамической, гидро – и гидрогеохимической, инженерно– геологической и геофизической обстановками.

1. Природные ***ландшафты и почвы*** на территории Дегтярского рудника под влиянием техногенных мероприятий стадии освоения претерпели интенсивные антропогенные изменения. На поверхности сохранились терриконы, заброшенные копры шахт, провалы, карьерные и подотвальные озера и др. техногенные объекты. Почвенный покров распространён далеко не повсеместно, а там где он сохранился, характеризуется малой мощностью (не более 10– 15 см). Это связано с расчлененностью рельефа, густой сетью автодорог и железнодорожных путей, отвалов, терриконов, старых горных выработок и провалов. Местность покрыта густой сетью провалов и канав, глубина которых достигает иногда нескольких десятков метров. Лесная растительность представлена в основном лиственным составом пород. Встречаются единичные участки с произрастанием монокультур берёзы обыкновенной и осины на откосах отвалов и карьеров, а также на изрытой поверхности. **На пассивной стадии техногенеза в результате процессов самозарастания на нарушенной поверхности земли происходит формирование вторичного леса**. Однако значительную часть площади занимают **техногенные грунты**, относящиеся к 3 классу опасности, непригодные для самозарастания (растительность отсутствует).

Наличие взаимосвязанных подземных вертикальных и горизонтальных горных выработок с прямым доступом на самые глубокие горизонты

давления, равного атмосферному, позволяет выделять на глубину до 610 м специфические морфоструктурные элементы – ***подземные горнорудные ландшафты.***

Преобладание техногенных процессов над природными определяет современную картину ландшафта: характерна смена растительности с доминированием берёз и поросли сосны, формирование на большей части территории примитивного новообразованного профиля почв на перемещённых делювиальных и элювиальных глинах.

2. Интенсивная многолетняя горнодобывающая деятельность на территории рудника привела к активизации ***геомеханических и гидродинамических процессов***, таких как территории **сдвижение и обрушение горных пород, оползневые процессы на отвалах, затопление заброшенных открытых и подземных горных выработок, подтопление и заболачивание просевшей после заполнения воронки депрессии шахтного водоотлива. В текущий период на поверхности отвалов фиксируется активность процессов струйной эрозии, в бортах карьера – оползни, над подземными выработками – обрушения. Селитебная застройка города страдает от подтопления.**

Перемещенные почвы имеют молодой возраст и, согласно материалам ООО «Уральская геотехнологическая компания» (УГТК), более лёгкий механический состав, следовательно, больше подвержены процессам эрозии и дефляции, так как растительный покров на них, как правило, имеет незначительное покрытие.

3. В 2005 году на территории проводилось ***литохимическое опробование*** территории для изучения экологического состояния почв и грунтов. По значениям суммарного показателя химического загрязнения (Z_C) почво–грунты территории характеризуются чрезвычайно экологической ситуацией при опасном (Z_C = 32– 64) и, редко, весьма опасном (Z_C > 64) уровне загрязнения тяжелыми металлами. Последнее выявлено на восточном

склоне горы Лабус. В ореоле загрязнения юго-западной части высокие значения содержания Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Hg. В восточной части района с высокими значениями содержания Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Hg, Mn.

В результате деятельности горнодобывающей промышленности были сформированы техногенные почво-грунты практически на всей территории с техногенной геохимической ассоциацией, в которой главное место принадлежит цинку (С/ ПДК до 25), в меньшей степени накапливается медь, свинец, хром, ртуть, никель, марганец.

4. Основные проблемы создает кислый и агрессивный ***поверхностный и подземный сток***, обогащенный железом и тяжелыми металлами. Проходя через шахтное поле, река Дегтярка и ее русло было канализировано. На данный момент русло река представляет собой сточную канаву, принимающую шахтные и хозяйственно-бытовые сточные воды. Русло р. Исток, пересекающее северный фланг месторождения, также претерпело техногенную трансформацию при освоении северного фланга месторождения.

В поверхностных водах в пределах зоны Дегтярского техногенеза в 2005 году были зафиксированы значения pH до 2,5– 3,0, минерализация до нескольких грамм на литр, аномально высокие содержания сульфат– иона, ионов металлов (Fe, Cu, Pd, Zn, Al, Mn, в том числе, Cd) (по данным ООО «ММПИ»). Состав поверхностных вод отражает тесную связь с изливающимися кислыми шахтными и подотвальными водами и резко отличается от природного.

В 2012 году содержание большинства элементов в речной воде в пределах рудного поля также выше фоновые значения (SO4/2– , Mg, Fe, Mn и Zn). Низкие значения pH указывают на сильное влияние отработанного месторождения. Пробы воды, взятой из карьера и после выхода из него, имеют значение pH 2,56 и 2,52, соответственно. Вода в приотвальных озёрах (терриконы шахт «Капитальная– 1» и «Капитальная– 2), имеет также низкие

показатели pH, составляющие 2,87 и 2,81. Вода р. Дегтярка после станции нейтрализации имеет значение pH 4,55. Фоновая кислотность воды в реках Дегтярка и Исток, до их попадания в пределы зоны Дегтярского техногенеза, составляют 6,72 и 7,01, соответственно.

По данным ООО «МППИ», среднегодовой вынос железа рудничным изливом на пассивной стадии составляет 1575 т/год и примерно соответствует объему выноса рудничным водоотливом, который однако подвергался более полной химической обработке на цементационной установке.

Вынос наиболее токсичного элемента кадмия, по данным того же источника, составляет 0,2 т/год при концентрации 0,10 – 0,26 мг/л.

5. На территории техногенеза активны процессы **вторичного минералообразования.** При выходе шахтных вод на поверхность земли в бортах карьерного озера, в русле рек Дегтярка и Исток после взаимодействия с атмосферными агентами в ***донных отложениях*** накапливается специфический осадок, содержащий большое количество железа.

Максимальное содержание Ni, Cu, Zn, Al, Pb, Mn, Cr, Co, Cd, Fe, Mg, As в донных отложениях наблюдаются на участках бывшей плотины «Гидромедь » и в донных отложениях приотвального озера террикона шахты «Капитальная – 1». При реабилитации территории техногенеза донный осадок, как источник вторичного загрязнения поверхностных вод, должен быть нейтрализован.

6. ***Гидродинамическая ситуация*** пассивной стадии Дегтярского техногенеза отличается смещением природных поверхностных водоразделов, частично унаследованных от активной стадии. Например, на базовом этапе мониторинга была зафиксирована самопроизвольная переброска части стока р. Вязовки, протекающей на южном фланге месторождения, через подземное выработанное пространство на север в бассейн р. Исток–Ельчевка. Переброска происходила фильтрацией речных вод (в объемах меньших, чем

при рудничном водоотливе) по зоне техногенной трещиноватости с выходом в виде родниковой разгрузки на поверхность земли и далее через зону сдвижения поглощением в подземные горные выработки, служащими путями транзита подземного стока на север к зоне разгрузки рудничного стока.

Суммарный объем излива рудничных вод на базовом этапе мониторинга в количестве 2– 4 тыс. $м^3$/сут. в период межени с возрастанием до 15 тыс. $м^3$/сут. в паводок.

Объем дренажных вод не имел такой изменчивости и в среднем составлял около 5 тыс. $м^3$/сут, причем гидрологическими работами ОАО «Гидроэкспедиция» было доказано , что около 50 % объема составляло поглощение поверхностного стока. Очевидно, что на пассивной стадии происходит увеличение доли подземного стока в общем водном балансе территории.

7. Указанные гидродинамические особенности пассивной стадии техногенеза не смогли бы реализоваться, если бы горными работами не был сформирован ***техногенный водоносный горизонт шахтного типа***.

Таким образом, **комплексный анализ компонентов геологической среды показал, что территория Дегтярского техногенеза является зоной экологического бедствия. В зонах провалов и карьерах продолжается развитие оползневых и провальных явлений, угрожающих близлежащим коммуникациям и строениям г. Дегтярска.**

Техногенные грунты часто не поддаются самозарастанию и требуют проведения специальных мероприятий по биологической рекультивации. При контакте данных пород с атмосферными осадками образуются кислые воды (pH 2– 3). Вынос токсичных компонентов (Cd, Cu, Zn, Fe, As, Ca, Mg, Al, S и др.) из сульфидсодержащих грунтов и подотвальных вод терриконов происходит как в подземные, так и в поверхностные воды с последующим поступлением в и питьевое водохранилище. Известкование поверхностных вод в существенной степени снижает внешнюю гидрохимическую опасность

зоны Дегтярского техногенеза, однако такие токсиканты как кадмий, не купируются в достаточном объеме. Рекультивация провалов в южной зоне сдвижения шлаковыми отходами требует дополнительного гидрохимического контроля на изливе шахтных вод.

На данной территории, с тяжелой экологической обстановкой, необходимо проводить регулярные исследования в назначенных точках контроля, для установления состояния техногенеза, его активизации или спада, в целом изменения геологической и окружающей сред, что имеет особую актуальность в области питания основного питьевого источника водоснабжения г. Екатеринбурга.

Изучение горного техногенеза является не только научной, но и важной практической задачей, потому что главной задачей в условиях техногенеза является разработка мероприятий по минимизации воздействия горнодобывающих комплексов на окружающую среду. Решение этих вопросов особенно важно для таких горнорудных регионов, как Уральский, где горнорудный комплекс является важной составляющей горно– металлургического комплекса. Именно Урал является одним из поставщиков железных и цинковых концентратов металлургических заводов региона. Но именно здесь, на Урале, накоплены миллиарды тонн горнопромышленных отходов (ГПО) в виде отвалов, хранилищ и свалок, уродуя и отравляя окружающую среду. Только Свердловская область за 300 лет накопила на своей территории около 9,0 млрд. тонн отходов горнодобывающего, обогатительного, металлургического, энергетического и химического производств, которые образовали 188 самостоятельных техногенно– минеральных объектов различных типов.

Несмотря на наличие сегодня технологических возможностей по переработке значительной части образующихся ГПО, доля отходов, размещенных в отходах, шламо– и шлаконакопителях, хвостохранилищах,

непрерывно увеличивается, усугубляя и без того непростую экологическую ситуацию в регионах их размещения.

Содержание тяжелых металлов в отходах в большинстве случаев превышает кларковые и фоновые значения. Твердые отходы являются своеобразными накопителями техногенных поллютантов, поступающих в природную среду гидрогенными и атмогенными путями.

Результатом стока жидких отходов из отвалов и других источников является повсеместное загрязнение прилегающего ландшафта: почв, подземных и поверхностных вод.

При открытой добыче полезных ископаемых в загрязнении окружающей среды большую роль играют выбросы в атмосферу пылегазовых продуктов добычных работ. При массовых взрывах концентрация пыли в воздух на расстоянии 1,5 км в течение часа составляет 6–10 мг/м^3. Из такого облака в радиусе 2–4 км рассеивается от 200 до 500 т. мелкодисперсной пыли, содержащей 93– 99 % частиц размером менее 5 мкм. Интенсивность выпадения пыли достигает фоновых значений на расстоянии до 10 и более км.

Наиболее эффективным способом защиты окружающей среды в районе горнодобывающих предприятий является, по мнению многих исследователей, комплексный метод рекультивации, который включает в себя горнотехническую, химическую и биологическую рекультивацию. Эти технологии позволят снизить уровень содержаний загрязнений в отвалах и хвостохранилищах, а также извлечь из них ценные компоненты.

В целях устранения негативного техногенного воздействия на окружающую среду техноприродных процессов горного техногенеза рекомендуется:

- изучение на основе комплексных исследований техногенных объектов;
- применение современных методов отвалообразования использованием гидроизолирующих материалов при формировании оснований;

- сбор рассеянных стоков карьерных, шахтных и подотвальных вод, жидкой фазы материала хвостохранилищ и других жидких производственных отходов в единый водосборник;
- очистка сточных вод и химическая нейтрализация отвалов с использованием комплекса гидрометаллургических, химических, физических и биологических методов;
- проведение биологической рекультивации на отвалах и хвостохранилищах с применением агротехнических процессов;
- инженерная защита горных выработок от поверхностного и подземного стоков, а также от минеральных пожаров.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие основные виды воздействия на окружающую среду отмечаются при техноприродных процессах?
2. Как трансформировалось содержание понятий «техногенез» с момента его появления?
3. Какие типы техногенеза выделяются, по Н. И. Плотникову?
4. Какие основные техногенные процессы выделяются в составе горного техногенеза?
5. Какие основные техноприродные процессы характерны для активной и пассивной стадий горного техногенеза?
6. Что такое природно – техническая система?
7. Из каких техногенных объектов состоит Асбестовский промышленный узел?
8. Какие техногенные воздействия на окружающую среду оказывает техногенез Асбестовского промышленного узла?
9. Какие техногенные воздействия на окружающую среду оказывает Дегтярский техногенез пассивной стадии?

10. Какие методы можете порекомендовать для уменьшения или устранения негативного воздействия на окружающую среду техноприродных процессов горнодобывающей промышленности?

Глава 3

ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ

3.1. ВИДЫ И ОБЪЕМЫ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Отходы горного производства, или **горнопромышленные отходы (ГПО)** – это неиспользуемые в данный момент продукты добычи и переработки минерального сырья, выделяемые из массы добытого полезного ископаемого (горные массы) в процессе разработки месторождения, последующего обогащения и химико– металлургического передела [1,13].

ГПО имеются в угольной, черной и цветной металлургии, горной химии (производство минеральных удобрений), в промышленности стройматериалов, ядерной энергетике.

Классификация отходов горного производства производится по фазовому составу и производственным циклам (табл. 14). Относительный выход отходов зависит от производственного цикла, характера сырья, содержания извлекаемых компонентов в исходном продукте. Как видно из табл. 14, видовой состав отходов горно– металлургического производства довольно разнообразен и включает твердые, жидкие и газообразные продукты.

В данной главе рассматриваются лишь наиболее обширная по объему группа горнопромышленных отходов, представленная по фазовому составу твердыми компонентами и разделенные на три группы:

Таблица 14. Виды отходов в горно– металлургическом цикле

Фазовая характеристика отходов	**Добыча**		**Обогащение**		**Металлургический передел**	
	Открытая	**Подземная**	**Гравитационное, магнитное, электрическое**	**Флотационное**	**Гидрометаллургия**	**Пирометаллургия**
Твердые	Вскрышные породы	Шахтная порода	Хвосты	Хвосты	Осадки	Шлаки
Жидкие (растворы и суспензии)	–	Шахтные воды	Промывочная вода, шламы	Шламы, жидкая фаза пульта	Солевые растворы	Охлаждающая вода
Пылегазовые	Пыли	Метан при добыче угля, вентиляционный воздух	–	–	Отсосы	Газы, пыли

1. **Отходы добычи** – отвалы вскрышных и вмещающих пород с пропластками рудных минералов – 70– 75 %;
2. **Отходы обогащения** – шламо– и хвостохранилища – 20– 24 %;
3. **Отходы металлургического и гидролизного передела** – отвалы металлургических шлаков и шламохранилища – 5– 6 %.

Рисунок 4, 5, 6!!!

Рис.4. Отходы добычи

Рис.5.Отходы обогащения

Рис.6. Отходы металлургического и гидролизного передела

Горнопромышленные отходы всегда сопровождали горнодобывающую и горноперерабатывающую промышленность, однако почти до середины прошлого века они не рассматривались как особая проблема. С ростом добычи полезных ископаемых количество ГПО стало быстро расти, причем значительно быстрее, чем выход продукции, потому что со временем все больше и больше вовлекались в хозяйственный оборот руды с более низким содержанием полезных компонентов, увеличивалась зольность углей, усложнялись условия и глубина разработки месторождений и соответственно увеличивался выход вскрышных и отвальных пород.

К настоящему времени в России накоплено около 100 млрд. т. ГПО, причем ежегодный прирост составляет (млн. т.):

- угольная промышленность – 1960;
- черная металлургия – 630;
- цветная металлургия – 374;
- химическая промышленность и производство минеральных удобрений – 270;
- промышленность строительных материалов – 265.

За год в общей сложности накапливается 3,5 млрд. тонн ГПО.

Только Свердловская область за 300 лет накопила 8,5 млрд. т. ГПО, которые образовали 188 техногенно–минеральных объектов, из них 95 породных отвалов, 31 отвал обогащения, 37 шламохранилищ и шлакоотвалов, 15 золо – и шлакоотвалов, 10 отвалов химпроизводства.

Вопросы, связанные с ГПО, можно рассматривать с разных точек зрения: экономической, экологической, технологической, законодательной, организационно– управленческой, ресурсной, социальной, кадровой.

ГПО представляют значительный интерес с точки зрения их ресурсного потенциала. Так, по некоторым оценкам, в ГПО России содержится меди более 8 млн. т., цинка – 9 млн. т., свинца – 1 млн. т., никеля – 2,5 млн.т., оксида алюминия – 33,5 млн. т., олова – 600 тыс. т., молибдена – 200 тыс. т.,

золота – 1 тыс. т., серебра – 12 тыс. т. Уже более полувека ведется извлечение из старых отвалов золота, урана, редких металлов. Отвалы могут служить дополнительным источником получения меди, угля, алюминия, редких металлов и другого сырья. Разрабатываются комбинированные схемы обогащения шлаков, шламов и других отходов металлургии. Сорбционная и ионообменная технологии позволяют извлекать цветные металлы, соли, галоиды из стоков, пульп, шахтных вод и т.п. Из газовых отходов цветной металлургии традиционно получают серную кислоту.

Переработка отходов горного производства, как правило, связана с потребностями смежных отраслей в сырье. Технологические исследования по утилизации отходов показали возможность комплексной переработки многих полезных ископаемых с полным или частичным переходом на производство различных видов продукции из отходов (табл. 15).

Таблица 15. Возможные направления отходов в смежные отрасли

Отрасли, производящие отходы	**Продукция из отходов для отраслей**						
	Топливо	**Черные металлы и сплавы, их соединения и сплавы**	**Цветные металлы и их соединения**	**Удобрения и продукты основной химии**	**Стройматериалы**	**Сырье для атомной энергетики**	**Другие виды использования**
Угольная промышленность	Уголь из отвалов; метан из шахт; Газификация отвалов	Fe из пирита	Al, Al_2O_3, Al – Si сплавы	Известкователи почв; Серная кислота из пирита	Аглопорит Щебень Кирпич	–	Закладка шахт; дорожное строительство
Теплоэнергетика	Горючая масса из золы; тепло энергоустановок	Fe – Si сплавы из золы	Al – Si сплавы из золы; Ge, Ga, Mo	Серная кислота из отходящих газов; микроудобрения;	Щебень; зологравий; аглопорит; кирпич	U, Th	Дорожное строительство

Черная металлургия	Тепло металлургических печей	Fe из окисленных кварцитов	V, Co, Cu, Ni, Ti, Zr, Zn, Mg, Be, Ta, Nb и др.	Фосфорные удобрения	Щебень; зологравий; цемент; огнеупоры; песок; известь	–	Дорожное строительство; засыпка оврагов; закладка шахт; ирригационное строительство
Цветная металлургия	Автогенное сжигание сульфидов; тепло металлургических печей	Fe из пирита, пиротина, титаномагнетита	Металлы из старых отвалов, шлаков, хвостохранилищ, осадков, стоков	Серная кислота; микроудобрения	То же	U, Tk, Li, Be	Закладка шахт
Производство минеральных удобрений (горная химия)	–	Магнетит; титаномагнетит; перовскит	Редкие земли; Al из нефелина; Ti, Mg	Фосфор из хвостов обогащения; содопродукты из нефтелина; удобрения из отходов обогащения	–	U, Li из рассолов; Th	То же
Производство нерудных стройматериалов	–	Магнетит и Fe при обогащении песков	Ti, редкие земли при переработке песков	Известкователи почв; улучшение структуры почв; адсорбенты влаги и почв	–	–	Закладка шахт и карьеров; дорожное строительство; ирригационное сооружения
Атомная энергетика	Тепло установок	Fe; Mn	Au, Cu, Zn, Pb	Микроудобрения; фосфорные удобрения; серная кислота	–	Доизвлечение U; Th из отходов	Закладка шахт

В 2014 г. правительством Свердловской области разработана **«Стратегия обращения с отходами производства на территории Свердловской области до 2030 года»**. Только на разработку и подбор

технологий по переработке промышленных отходов, включая и ГПО, в 2019 г. выделено 100 млн. рублей.

В период 1997 – 2003 гг. было переработано 58 млн. т. ГПО и получено 18 млрд. руб.

Текущие шлаковые отвалы используются и перерабатываются на ОАО «СУМЗ», Алапаевском и Надеждинском металлургических заводах, Кушвинском заводе прокатных валов и др.

По новой программе до 2030 г. планируется переработать 110 млн. т. отходов с получением 2 млн. т. концентрата черных металлов, 120 тыс. т. медного концентрата, 5 тыс. т. редкоземельных металлов.

Всего в регионе образуется около 849 видов отходов производства и потребления. Самыми крупнотоннажными являются вскрышные и вмещающие породы, а также отходы обогащения полезных ископаемых. По данным Федерального классификационного каталога отходов, в списке крупнейших эмитентов промотходов «Ерваз КГОК», «Ураласбест», «Святогор», «Золото Северного Урала».

Чтобы снизить нагрузку на экологию, промпредприятия должны увеличить объем переработки шламов. К 2030 году заводы должны рекультивировать 65 % выпускаемых отходов. По некоторым оценкам, это потребует от бизнеса вложений не менее 14,7 млрд руб.

На практике выяснилось, что есть две основные проблемы, которые существенно осложняют начало рециклинга накопленных отходов.

Первая проблема – ***отсутствие технологий***, которые позволят вовлечь шламы в повторный оборот.

Вторая проблема комплексной переработки техногенных отходов в регионе **— *отсутствие собственников у ряда площадок.*** Многие компании прекратили существование, поэтому решать вопрос по переработке шламов и финансировать этот процесс предстоит государству. Из 307 объектов размещения промышленных отходов 37 объектов являются бесхозными. На

них размещено около 12,4 тыс. т промотходов (1,4% от общего показателя промышленных отходов).

3.2. ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ В СТРУКТУРЕ МИНЕРАЛЬНО–СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

За последние 30 лет в стране практически не проводились геологоразведочные работы, к тому же налицо нежелание крупных горнорудных компаний инвестировать денежные средства в модернизацию существующих производств и внедрение новейших технологий по обогащению и переработке минерального сырья из бедных руд. Все это привело к резкому сокращению рентабельной части МСБ твердых полезных ископаемых (ТПИ).

Правда, в последнее время ситуация несколько улучшается, однако расширенное годовое воспроизводство погашенных при добыче запасов было достигнуто лишь по ограниченному кругу ТПИ, таких, как золото, металлы платиновой группы, уголь, титан, ванадий, цирконий, стекольное и цементное сырье.

Показателен анализ состояния МСБ «Большой тройки» цветных металлов, таких, как **алюминий, медь и никель**, использование которых в народном хозяйстве является индикатором технологического и экономического уровня развития общества. В настоящее время потребность внутреннего российского рынка в этих металлах полностью удовлетворяется их производством, однако в случае роста промышленного производства до уровня развитых стран неизбежно встанет вопрос о возможности отечественной минерально– сырьевой базы обеспечить этот рост (рис. 7).

Вставить рисунок!!!

Рис. 7. Объемы производства и потребления алюминия, меди и никеля в 2008 г. в России в сравнении с развитыми странами, по данным министерства промышленности и торговли в РФ

Как видно из рисунка, существующий объем производства алюминия в России вполне мог бы удовлетворить потребности внутреннего рынка при условии роста душевого потребления до уровня развитых стран. Однако Россия, занимая второе место в мире по производству первичного алюминия, испытывает дефицит минерального сырья для его производства в объеме 55 %, который удовлетворяется за счет импорта.

Основным производителем меди в РФ (около 61 % общероссийской добычи) является Заполярный филиал ОАО «ГМК «Норильский никель» (далее – Заполярный филиал). Деятельность предприятия ориентирована преимущественно на добычу сплошных и медистых руд Норильского, Октябрьского и Талнахского месторождений, запасов которых при существующих темпах хватит чуть более чем на 15 лет. При переходе на извлечение запасов вкрапленных руд для поддержания нынешнего уровня филиалу придется увеличить мощности добывающих и перерабатывающих предприятий в 5–6 раз, что, безусловно, поставит под сомнение экономическую обоснованность этих запасов.

В России в предкризисный 2008 г. было произведено 881 тыс. т меди. Чтобы обеспечить душевое потребление этого металла на уровне развитых стран, необходимо увеличение его производства как минимум в 5 раз, поэтому даже ввод на полную мощность Удоканского ГОКа с ежегодным производством 460– 515 тыс. т в будущем не сможет обеспечить внутреннее потребление в стране.

Основными производителями никеля в РФ являются производственные подразделения ОАО «ГМК «Норильский никель» – ОАО «Кольская горно–металлургическая компания» (далее – Кольская ГМК) и Заполярный филиал, на долю которых в совокупности приходится около 96 % общероссийской добычи. Однако Кольская ГМК, обеспечивающая 42 % никеля, 6 % меди и 50 % кобальта в общероссийском отраслевом производстве, уже испытывает некоторый дефицит сырья, а в ближайшие 10 лет ее сырьевые запасы, по официальным оценкам, будут исчерпаны. Учитывая состояние запасов Заполярного филиала, следует ожидать, что в недалеком будущем Россия потеряет статус мирового лидера по производству и экспорту никеля, а в условиях роста промышленного производства может превратиться в его импортера.

Не в лучшем состоянии находится рентабельная часть МСБ других полезных ископаемых: свинца, молибдена, марганца, уранового сырья и др.

В то же время страна обладает значительным резервом увеличения МСБ за счет вторичных ресурсов, накопленных, как отмечалось в п. 4.1, в отходах горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. Существенные масштабы добычи полезных ископаемых в России и одновременно невысокий уровень их комплексной переработки способствуют постоянному воспроизводству ГПО, в которых суммарные содержания накопленных полезных компонентов равноценны открытию многих новых месторождений.

К настоящему времени в России накоплено около 100 млрд. тонн ГПО, которые при средней толщине слоя 20 м занимают площадь более 1300 км2 . Ежегодно для размещения отходов отчуждается не менее 85– 90 км2 земель, при этом негативное их воздействие на окружающую среду проявляется на территориях в десять раз превышающих площади, занимаемые самими отходами.

Наибольшее количество отходов накоплено на Урале, в Приморском крае, Мурманской, Белгородской, Кемеровской и Тульской областях.

Все техногенные отходы фактически являются минерально– сырьевыми ресурсами, перспективными для освоения, и, видимо, по этой причине в современной геологической литературе их часто обозначают термином **техногенные месторождения**. Однако использование термина техногенные месторождения для всех горнопромышленных отходов является некорректным, так как статус месторождения может быть присвоен только в случае положительной технико– экономической оценки его разработки и после утверждения запасов в ГКЗ РФ. В результате возникает некоторая путаница. Фактически на сегодняшний день мы имеем множество техногенных образований (ТО) и единицы техногенных месторождений (ТМ).

В то же время ценность горнопромышленных отходов как источника минерального сырья десятилетиями формировало и поддерживало императивное мнение, что все объекты их размещения являются техногенными месторождениями. В результате на сегодняшний день данное положение закреплено в законе РФ «О недрах», принятые трактовки которого подразумевают принадлежность техногенных минеральных объектов (ТМО) к недрам.

Однако правомерность повального отнесения ТМО к недрам и уравнивание их с месторождениями коренных недр вызывает большие сомнения, так как при этом не учтены основные факторы, касающиеся

свойств ТМО (инфляция запасов и экологические последствия) и условий их переработки (инфраструктурный фактор).

Отрицательные изменения состава и свойств ценных компонентов в отходах, инфляция их запасов, а также все возрастающее негативное воздействие на окружающую среду происходит в связи с любым объектом размещения ГПО.

Так, например, марка по дробимости щебня из пород вскрыши отвалов Оленегорского железорудного месторождения (амфибол– биотитовые гнейсы, биотит– амфиболовые гнейсы, биотитовые гнейсы) при сроке хранения до 15– 20 лет практически не меняется, оставаясь в пределах от 600– 800 до 800, но при сроке хранения 20– 25 лет резко ухудшается до марок 200– 400 и 400– 600.

Также отмечается ухудшение флотационных качеств и потеря ценных элементов в апатит– содержащих отходах Ковдорского ГОКа и апатит– нефелиновых хвостах обогатительных фабрик ОАО «Апатит», которые происходят в результате естественного биогенного выщелачивания.

Но особенно стремительно и интенсивно процессы гипергенеза протекают в ГПО, образованных в процессе эксплуатации месторождений сульфидных руд цветных металлов, в которых аккумулируется около 30 % полезных минералов от запасов эксплуатируемых месторождений в виде потерь при добыче и обогащении.

Так, например, выведенный на хранение платиноносный пирротиновый концентрат из хвостов Норильской и Талнахской обогатительных фабрик, материал которого под воздействием процессов физического выветривания и гидрохимического окисления постепенно измельчается и покрывается плотным слоем продуктов кислородной коррозии (сульфатными и оксидными соединениями железа и элементной серой), что делает его «упорным» к вскрытию и повышает себестоимость обогащения.

В результате непостоянства химико– минералогического состава, а главное запасов объектов размещения ГПО, которые меняются во времени, возникает необходимость обоснования научных принципов их экономической оценки.

Современной российской геоэкономической школой принято и всячески поддерживается мнение, что все объекты размещения ГПО, в силу ценности содержащегося в них минерального сырья являются, по сути, техногенными месторождениями. В результате, за один из единогласно принятых принципов методологии экономической оценки техногенных объектов принят постулат о неизменности их запасов, по аналогии с месторождениями коренных недр.

Например, в Методическом руководстве по изучению ТМ *потенциальную ценность 1m (м^3) накопленных ГПО* предлагается оценивать по формуле:

$Z\text{пр} = \sum 0.01 C\text{ср}_1 Ц i_1 + \sum Q i_2 \; Ц i_2$, руб.

где $C\text{ср}_1$ *– среднее содержание полезного компонента в накопленных отходах;*

$Ц i_1$ *– рыночная цена единицы i– го полезного компонента;* $Q i_2$ *– выход нерудной товарной продукции из 1m техногенного сырья (m);*

$Ц i_2$ *– рыночная цена тонны продукции из нерудной части.*

А *кадастровую стоимость объекта размещения ГПО* предлагается определять по формуле:

$Д = Z_{\text{пр}} \times Q_n$, тыс. руб.

где Q_n *объем накопленных ГПО,* $Z_{\text{пр}}$ *– потенциальная ценность 1m (м^3) накопленных отходов.*

Березовский П.В. в кадастровых показателях оценки вторичных минеральных ресурсов предлагает *определять потенциальную ценность полезных компонентов, аккумулированных в ГПО*, по формуле:

$Ц_n = (\sum_{i=1}^{n} 0.01 n_i \, Ц_i K_{\text{изв}}) * Q$

где n_i*– содержание i–го полезного компонента на момент формирования объекта размещения ГПО, в процентах;*

Ц$_i$ *– рыночная цена единицы i–го полезного компонента на момент формирования объекта;*

E_i^{nom}*– ежегодный средневзвешенный процент потерь (коэффициент потерь) i–го полезного компонента в математическом эквиваленте (0,01×n%); T – время хранения объекта;*

$K_{\text{изв}}$ *– нормативный коэффициент извлечения i–го компонента в товарную продукцию;*

Q – объем горной массы объекта, который возможно рентабельно перерабатывать при существующем уровне принятой технологии.

Для ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения» коэффициентE_i^{nom} в первом приближении определяется следующим образом: 20 % : 40 лет = 0.5% в год, следовательно, E_i^{nom} = 0.01×0.5%=0.005.

Хотя в реальности коэффициент E_i^{nom}представляет собой производную нелинейной функции и может быть более точно определен по данным реперных во времени определений соотношения никеля и кобальта в мелкозернистой фракции.

В настоящее время большое количество публикаций посвящено проблемам определения природной ренты вообще и горной ренты в частности, которая представляется как разность между фактической (расчетной) прибылью горного предприятия, полученной от реализации добытых ресурсов недр, и нормальной (заработанной) прибылью, включающей норму прибыли на вложенный капитал инвестора и обеспечивающей развитие горного производства.

В общем случае *горную ренту (сверхприбыль) предприятия–недропользователя* предлагается рассчитывать по формуле:

$Рг = П_{г.п.} – П_{н.г.}$

где $П_{г.п.}$. *– прибыль горного производства от реализации добытых ресурсов недр, руб.,*

$П_{н.г.}$ *– нормальная прибыль горного производства, руб.*

или:

$Р = В – (НЗ + НП)$

где Р – рента, В – выручка за реализованное минеральное сырье,

НЗ – нормированные затраты, вытекающие из прогрессивной технологии эксплуатации объекта;

НП – нормальная (или нормативная) прибыль (НП = 15– 20%).

Однако при определении рентной ценности объектов размещения ГПО следует понимать, что она является величиной переменной, и всегда стремится к минимальному, или отрицательному значению, в отличие от *месторождений коренных недр***:**

$Р = Ц_{нач} \times (1 – E^{nom} \times Т) – (НЗ + НП) \rightarrow \min$

где Р – рента, которую в общем случае можно трактовать как незаработанный доход;

$Ц_{нач}$ *– потенциальная ценность полезных компонентов в объекте в начальный период хранения;*

E^{nom} *– ежегодный средневзвешенный процент потерь полезного компонента в математическом эквиваленте;*

Т – продолжительность хранения ГПО, в годах;

НЗ – нормированные затраты, вытекающие из прогрессивной технологии эксплуатации объекта;

НП – нормальная (или нормативная) прибыль (НП = 15– 20%).

Резюмируя вышесказанное, необходимо отметить, что при оценке чистого дисконтированного дохода предприятия по переработке горнопромышленных отходов, ориентированного на долгосрочный период, необходимо учитывать фактор инфляции запасов объекта. Без учета данного показателя все экономические расчеты будут ошибочны.

Из существующего многообразия классификаций ТМО, пожалуй, ни одна не учитывает реалий сложившихся условий их хранения и технико-экономических возможностей переработки. Несомненно, что в данном аспекте **все ГПО можно разделить на две группы**. **Это ГПО действующих горнопромышленных предприятий**, на которых осуществляются мероприятия по обеспечению их сохранности и поддержанию в безопасном состоянии для окружающей природной среды, жизни и здоровья людей. **И «брошенные» ГПО, то есть ГПО, переходящие в муниципальную или федеральную собственность**, по мере отработки месторождений, и закрытия действовавших на их базе рудников и связанных с ними перерабатывающих производств. Естественно, что **последняя группа ГПО из–за отсутствия контроля представляет реальную угрозу экологическому благополучию территориям их размещения.**

Также очевидно, что на базе действующего производства, обеспеченного высококвалифицированными кадрами, производственными мощностями и развитой инфраструктурой, намного легче организовать переработку образующихся отходов. Именно на действующих предприятиях были реализованы успешные, но единичные в масштабах страны, проекты использования ГПО в качестве дополнительных источников рудного минерального сырья. Например – переработка хвостов мокрой магнитной сепарации Ковдорского ГОКа, которая стала возможной после ввода в эксплуатацию апатит–бадделеитовой обогатительной фабрики. Или переработка отвальных шлаков отражательных печей Среднеуральского медеплавильного завода способом прямой флотации, организованная после полной отработки Дегтярского месторождения на высвободившихся мощностях существовавшей обогатительной фабрики.

В совершенно противоположных условиях находятся «брошенные» ГПО, организация разработки которых требует строительства перерабатывающих производств, причем, чаще всего на пустом месте.

К данной группе, в частности, относится ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения». Неразвитая инфраструктура участка ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения» приводит к увеличению себестоимости продукции перерабатывающего предприятия в части дополнительных затрат, связанных с доставкой рабочей силы на участок и транспортировкой продукции до обогатительных площадок комбината «Печенганикель» или до Мурманска и далее по железной дороге, при реализации концентрата другим потребителям.

Следует также отметить, что «брошенные» объекты размещения ГПО, в большинстве случаев, не представляют интереса для крупных горнопромышленных предприятий в силу мизерности запасов, но могут стать платформой для развития малого и среднего бизнеса, при условии создания благоприятных условий.

Очевидно, что для решения проблем, связанных с переработкой «брошенных» ГПО, количество которых со временем будет только увеличиваться, необходим дифференцированный нормативно–законодательный подход и создание мотивирующих факторов в виде преференций и государственной поддержки, что в современном российском законодательстве отсутствует.

3.3. НАКОПЛЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЩЕРБ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ

Анализ всего многообразия последствий **горного техногенеза**, вызванных только использованием природных ресурсов, позволяет наметить следующие взаимосвязанные ряды:

- металлогенический, проявляющийся в изъятии из недр полезных компонентов;
- геоморфологический, отхватывающий совокупность рельефообразующих процессов;

- гидрогеологический, отхватывающий все изменения естественного режима подземных вод;
- гидрологический, проявляющийся в изменении режима русловых процессов;
- инженерно–геологический, проявляющийся в изменении инженерно– геологических условий строительства;
- геохимический, выражающийся в изменении геохимического баланса в зоне взаимодействия ПТС с природной средой;
- геофизический, охватывающий изменения свойств геофизических полей;
- биологический, отхватывающий антропогенные ряды сукцессии, интегрирующие совокупность всех изменений в окружающей среде, вплоть до здоровья людей.

Так, только на территории Уральского региона за 300 лет его существования накоплено около 9,0 млрд. т. горнопромышленных отходов, площадь нарушенных и занятых под отвалы земель превышает 2 тыс. км^2. При этом проблема восстановления нарушенных, деградированных и загрязненных земель вырастет сегодня до национального значения. **Особо остро стоит вопрос накопленного экологического вреда (ущерба), нанесенного ОС воздействием горнодобывающей и нефте– и газодобывающей промышленности.**

Анализ промышленного освоения нефтегазовых месторождений северных территорий России показал, что на ранних этапах оно проходило без учета каких–либо экологических ограничений. Даже сегодня, когда уже определены основные экологические критерии освоения новых территорий, продолжается экстенсивное природопользование, не отвечающее требованиями экологической безопасности.

Влияние объектов нефтегазовой промышленности на ОС многостороннее, объектами техногенной нагрузки выступают поверхностные

и подземные водные ресурсы, воздушный бассейн, почвенный слой, литосфера, флора и фауна. Воздействие нефтегазовой промышленности начинает сказываться с первых стадий освоения, геологоразведочных работ, продолжается в период обустройства промыслов и в последующем остается стабильно высоким на протяжении всего периода эксплуатации месторождений нефти и газа.

Основными источниками загрязнения атмосферы выступают очистные сооружения, технологические установки, факельные системы, а также резервуары для хранения нефти, различные легкокипящие токсичные жидкости и нефтепродукты. Текущий годовой выброс нефтяной отрасли более, чем в 2,5 млн. т. загрязняющих веществ; объем попутного газа, который сжигается на факелах – 6 млрд. $м^3$[20].

Так, нагрузка загрязнений атмосферы по территории ХМАО – Югры в среднем составляет 4,5 т/$км^2$, тогда как в основных нефтедобывающих районах, таких как Нижневартовский, Сургутский, Нефтеюганский, она возрастет до 20 т/ $км^2$, а масса загрязняющих веществ – до 1,2 млн. т/год.

Основным источником загрязнений поверхностных вод в процессе добычи и транспортировки нефти являются аварийные разливы и неорганизованный сток с поверхности водосбора. С учетом аварийных ситуаций поступление нефти и нефтепродуктов с проектных значений 0,08 – 1 кг на 1000т возрастает до 7– 10 кг [11]. Считается, что половина основных загрязняющих веществ поступает в водные системы именно при добыче нефти и газа.

Нефте– и газодобыча сопровождается химическим загрязнением и механическим разрушением почв. При этом активизируются экзогенные криогенные процессы. Площади нарушенных земель, полигонов отходов, свалок, находящихся в тесной связи с нефте– и газодобычей, весьма значительны, занимая до 0,3– 0,45 % от общей площади осваиваемых районов [10,11].

Химические загрязнения, как и механические разрушения почв, **наносят непоправимый ущерб биогеоценозу**. Скорость восстановления растительности в тундре очень низка. Так, кустарниковые тундры за 4– 5 лет зарастают лишь на 20– 30 %. Наихудшую восстанавливаемость имеет лишайниковая тундра.

Кроме вышеуказанных факторов, негативно воздействующих на экологию северных территорий, здесь за долгие годы освоения без учета требований экологической безопасности, накопилось огромное количество отходов промышленных предприятий нефтегазового комплекса, а также цветной, золоторудной промышленности. Чаще всего это заброшенные и законсервированные объекты со свалками производства, строительных и бытовых отходов. Согласно региональному кадастру отходов производства и потребления Ямало– Ненецкого автономного округа (ЯНАО) на 01.01.2013 г. на его территории зафиксировано 538 объектов размещения отходов, а также 451 объекта, представленных шламовыми амбарами.

Ареалы загрязненной почвы вокруг источников воздействия охватывают территории с радиусом действия 1–3 км. Отходы бурения содержат соли, химические реагенты и нефтепродукты.

Ликвидация прошлого (накопленного) экологического ущерба (НЭУ), требует сегодня реализации комплекса организационных, технологических, **нормативно–правовых мероприятий**. На сегодня можно лишь констатировать, что такая работа в России только началась. 04.12. 2014 г. вышло распоряжение Правительства РФ № 2462 – р, утверждающее комплекс мероприятий по ликвидации последствий загрязнений и иного негативного воздействия на ОС в результате экономической и иной деятельности.

В 2014 г. вышло распоряжение Правительства РФ № 2462– р, в котором утверждено 21 мероприятие, направленные на ликвидацию

накопленного экономического ущерба северных территорий. В их число вошли:

- восстановление загрязненных нефтепродуктами земель в р– не г. Мирного (Архангельская область);
- пилотный проект «Ликвидация прошлого экономического ущерба, связанного с размещением несанкционированных свалок судов вдоль побережья Кольского залива» (Мурманская область);
- первый этап работ по ликвидации НЭУ на территории государственного природного заповедника «Ненецкий» [10].

С 1 января 2017 г. вступили в силу положения Федерального закона от 03.07.2016 г. № 254– ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». В частности внесены изменения в ст. 1 Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7– ФЗ «Об охране окружающей среды», которая дополнена новыми понятиями, «накопленный вред окружающей среде» и «объекты накопленного вреда окружающей среде»:

- **накопленный вред окружающей среде – вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической и иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо были выполнены не в полном объеме;**
- **объекты накопленного вреда окружающей среде – территории и акватории, на которых накопленный вред окружающей среде, объекты капитального строительства и объекты размещения отходов, являющиеся источником накопленного вреда окружающей среде.**

Кроме того, 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.

Внесенные изменения позволят в будущем исключить формирование новых очагов накопленного ущерба окружающей среды и сделать одну систему по ликвидации накопленного ущерба для каждого объекта, включенного в государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде (ГРОНВОС). ГРОНВОС ведется уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

Федеральный проект «Чистая страна» предусматривает ликвидацию к 2024 году всех выявленных на 1 января 2018 г. несанкционированных свалок в границах городов в количестве не менее 191 шт. и наиболее опасных объектов накопленного экологического вреда в количестве 75 шт. за счет восстановления и рекультивации земельных участков, подверженных негативному воздействию накопленного вреда ОС.

В соответствии с указанным списком, для улучшения экологической обстановки в регионах будут ликвидированы свалки твердых коммунальных отходов, технологические и нефтешламовые амбары, хвостохранилища горно– обогатительных комбинатов, проведена рекультивация нарушенных земель и другие мероприятия.

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 миллионов человек.

Собственники предприятий с объектами накопленного вреда ОС стараются снять с себя ответственность за экологические последствия своей деятельности, передают проблемные объекты в другие руки или просто «бросают» их. Создается ситуация, в которой компании получают прибыли, а

ликвидировать завалы опасных отходов приходится муниципальным образованиями или государству.

Так, только на ликвидацию нескольких объектов в рамках проекта «Чистая страна», а также на ликвидацию промплощадки ОАО «Усольехимпром», шламонакопителей Байкальского ЦБК и Волгоградского ВОАО «Химпром», объектов накопленного вреда «Средне–Волжского завода химикатов», бурятских Холбольджинского угольного разреза и Джидинского комбината из федерального и местных бюджетов уже выделены или планируется выделить около 26 млрд. рублей.

В 2017 г. в государственную собственность перешел в г. Дзержинске (Нижегородская область) шламонакопитель «Белое море», где хранится около 4 миллионов $м^3$ опасных отходов. Сметная стоимость проекта его ликвидации составила 2,2 млрд. рублей.

Поправки в природоохранное законодательство позволят в будущем добиться:

- исключения возможности отказаться от накопленных отходов, когда предприятия реорганизуется или ликвидируется;
- обеспечения процесса формирования финансовых ресурсов для ликвидации накопленного вреда на этапе проектирования предприятия;
- создания системы экологического страхования и иных финансовых институтов по ликвидации накопленного вреда;
- усиления ответственности физических и юридических лиц за невыполнение требований по ликвидации накопленного вреда;
- повышения гласности в вопросах ликвидации накопленного вреда.

3.4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Огромные объемы накопленных отвальных пород, хвостов обогащения, шлаков уже в настоящее время создают серьезные экономические и экологические проблемы в горнопромышленных районах. Поддержание отвалов вскрышных пород и хвостохранилищ требует значительных капитальных и материальных затрат. Большие объемы перемещенной горной массы нарушают сложившееся геологическое равновесие, выбросы газа и пыли при добыче полезных ископаемых, пыление отвалов и хвостохранилищ, попадание реагентов и тяжелых металлов в природные поверхностные и подземные воды отрицательно воздействуют на сложившиеся экосистемы и здоровье человека. Особенно опасно их воздействие в районах с экстремальными климатическими условиями, где вблизи горнодобывающих предприятий возникают обширные техногенные пустыни [13].

Горнопромышленный комплекс является крупнейшим источником промышленных отходов, и речь идет об экспоненциальном росте загрязнения окружающей среды. Последствия неблагоприятных изменений в природных компонентах, происходящие под воздействием горного и металлургического производств, не могут быть ликвидированы естественным путем, и для восстановления экологического равновесия требуется проведение соответствующих природоохранных мероприятий.

Сульфидсодержащие отходы горно–металлургического комплекса относятся к группе наиболее экологически опасных. При добыче и обогащении руд цветных металлов теряется до 15 % меди, молибдена, свинца, до 25 % цинка и никеля, до 40 % кобальта. Присутствующие в составе отходов сульфиды этих металлов, а также сульфиды железа, содержащие цветные металлы в виде изоморфных примесей, в процессе хранения окисляются, тяжелые металлы переходят в водорастворимые соли.

При этом гипергенные изменения техногенных продуктов протекают значительно быстрее, чем в естественных геологических условиях. Одним из факторов, интенсифицирующих процессы гипергенных изменений, является активация поверхности минералов при их измельчении.

При хранении горнопромышленных отходов принципиально возможна реализация следующих механизмов окисления сульфидов:

1) окисление сульфидов кислородом воздуха без участия воды;
2) окисление через ионные соединения в растворе;
3) адсорбция окислителя на сульфиде, химическое взаимодействие сульфида с окислителем, дальнейшее окисление с участием ионов воды и переход растворимых новообразований в раствор;
4) растворение сульфида в кислых средах с образованием сероводорода и окисление последнего до элементарной серы, тиосульфат– иона, полисульфатов, сульфитов или сульфатов;
5) электрохимическое окисление сульфидов;
6) бактериальное окисление.

Очевидно, что подобное разделение носит несколько условный характер. Роль того или иного механизма окисления сульфидов определяется климатическими, гидрологическими и геохимическими условиями хранения горнопромышленных отходов.

Одним из наиболее значимых факторов, определяющих скорость и последствия окислительных процессов в сульфидсодержащих отходах, является тип минеральных ассоциаций [35]. В. А. Чантурия, В. Н. и Д. В. Макаровыми предложена классификация сульфидсодержащих техногенных отходов по типу возможных минеральных ассоциаций. Проанализированы составы руд 454 месторождений России, Украины, Казахстана, США, Канады, ЮАР, Австралии и др., в том числе 410 сульфидных (98 медных, 95 полиметаллических, 72 месторождения серебра, 69 сульфидных медно–никелевых и никелевых, 29 ртутных, 19 молибденовых и

медномолибденовых, 18 месторождений золота, 8 платины, а также сурьмы и висмута). Как показал статистический анализ, по соотношению сульфидов и нерудных минералов в составе горнопромышленных отходов все *месторождения подразделяются на две группы* [19].

Первую составляют месторождения, в составе руд которых главную роль играют сульфиды железа, а общее содержание сульфидов сопоставимо с суммарным содержанием нерудных минералов (около 10 % от общего числа проанализированных месторождений). Хвосты обогащения таких руд характеризуются высоким содержанием сульфидов. К этой группе относятся колчеданные руды (главным образом медные или полиметаллические). Вследствие высокого содержания сульфидов, независимо от состава нерудной части горнопромышленных отходов, благодаря образующимся в процессе окисления сульфидов железа кислым солям и свободной серной кислоте, поровые растворы будут характеризоваться устойчивой кислой реакцией.

Вторую группу образуют месторождения, в хвостах обогащения руд которых содержания сульфидов составляют доли процента или первые проценты. Величина pH поровых растворов, соотношение в них сульфат– и гидрокарбонат– ионов в этом случае будут зависеть от состава нерудных минералов. Нерудные компоненты в значительной степени определяют интенсивность, последовательность окисления сульфидов и в конечном итоге экологическую опасность отходов.

Несомненно, что сегодня видимый экологический ущерб от выбросов в атмосферу соединений серы выглядит более внушительно, чем ущерб от хранения твердых горнопромышленных отходов (отвалов и хвостов обогащения). Однако в первом случае при переходе на новую технологию ситуация резко улучшается и практически полностью деградированные экосистемы постепенно начинают восстанавливаться (это заметно, например, на территориях, прилегающих к комбинату “Североникель”, ОАО “Кольская

ГМК”). Во втором случае речь идет о сотнях миллионов тонн отходов, которые загрязняют окружающую среду с относительно низкой скоростью, но, во– первых, их отрицательное влияние не может быть устранено оперативно, во– вторых, воздействие осуществляется в течение длительного времени, в том числе и после прекращения работы горнодобывающего предприятия. Так, по данным геохимического контроля на руднике Эллиот–Лейк (Канада), выщелачивание токсичных компонентов из хвостов и загрязнение ими подземных вод без какого– либо снижения интенсивности данных процессов прослеживается в течение 100 – 150 лет. Окисление пирита в шламах, сопровождающееся образованием серной кислоты, усиливающей выщелачивание тяжелых металлов, будет продолжаться в течение более 200 лет. Расчеты, проведенные авторами, показывают, что если с растворами, вытекающими из– под отвалов Гайского ГОКа, выносится ежегодно до 160 т меди и 120 т цинка, то продолжительность такого естественного выщелачивания составит около 2000 лет [13].

3.4.1.ТЕХНОГЕНЕЗ ОТВАЛОВ АЛЛАРЕЧЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДНО–НИКЕЛЕВЫХ РУД

Обычно считается, что наибольшую опасность представляют мелкофракционные отходы (шламо– и хвостохранилища, отходы металлургических производств). Однако исследования, проведенные в процессе подготовки к переработке техногенного образования “Отвалы Аллареченского месторождения”, показали, что грубодисперсные сульфидсодержащие отходы горнодобывающих предприятий могут быть не менее опасными.

ТО “Отвалы Аллареченского месторождения” расположено в Печенгском районе Мурманской области и представляет собой отвал горных пород, образованный отходами добычи коренного Аллареченского месторождения сульфидных медно– никелевых руд, разработка которого

велась открытым способом и завершилась в 1971 г. Основными полезными ископаемыми, добываемыми из месторождения, были никель, медь и кобальт. В процессе эксплуатации месторождения образовались новые формы рельефа — карьер, площадью в верхней части 1000×300 м и глубиной до 75 м, который в настоящее время затоплен, и отвал, превышение абсолютных отметок которого над окружающим рельефом составляет ~ 50 м, а общий объем пород оценивается в 6.7 млн $м^3$ (более 12 млн т). Также значительно изменился гидрологический режим местности (перенесено русло р. Алла). После завершения эксплуатации карьер, отвалы и нарушенные земли были заброшены (рис. 8).

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 (рис. 9).

Рисунок 8. Ситуационный план ТО «Отвалы Аллареченского месторождения»

Вставить рисунок!!!

Рисунок 9. Схематический разрез ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения»

Вставить рисунок!!!

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. Основные рудные минералы обоих типов — 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 микрозондовых анализов, в массивных рудах, %: Ni 35.3, Fe 30.8, Co 0.7, S 33.2, сумма 100.0, формула: $(Ni_{4.65}Fe_{4.26}Co_{0.08})_{8.99}S_{8.00}$; во вкрапленных, % : Ni 34.1, Fe 32.0, Co 0.6, S 33.0, сумма 99.7, формула: $(Ni_{4.50}Fe_{4.44}Co_{0.08})_{8.02}S_{7.98}$

Относительно небольшая доля никеля приходится на пирротин. Его средний химический состав, определенный по данным микрозондовых

анализов, в массивных рудах, % : Fe 60.1, Ni 0.3, S 39.5, сумма 99.9, формула: $(Fe_{6.98}Ni_{0.03})_{7.01}S_{7.99}$; во вкрапленных, %: Fe 60.6, Ni 0.3, S 38.9, сумма 99.8, формула: $(Fe_{7.06}Ni_{0.04})_{7.10}S_{7.90}$

Медь сконцентрирована преимущественно в составе тетрагонального халькопирита. Химический состав этого минерала практически одинаков во всех рудах и отвечает стехиометрии $CuFeS_2$, %: Cu 34.6, Fe 30.4, S 35.0, сумма 100.0.

Единственным концентратором кобальта в рудах является пентландит.

Преобладающая часть всей рудной массы сгруппирована во фракции – 150 + 40 мм, хотя обломки вкрапленных руд могут достигать 1 м 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 подвержены гипергенезу массивные руды пирротин–пентландитового ряда из– за неустойчивости основных слагающих их минералов, что наблюдается визуально — обломки этих руд покрываются корочкой гидроксидов железа, начинают шелушиться и рассыпаться. Помимо физического разрушения, в рудах постоянно происходят химические реакции. Так, в процессе пробоподготовки вкрапленных руд к лабораторным исследованиям отмечено выделение микрокапель серной кислоты, которая, видимо, резервируется в породообразующих силикатах вокруг сульфидных зерен. В результате химических изменений в рудах появляются характерные гипергенные минералы, такие как ковеллин (CuS), самородная медь, виоларит, ретгерсит (α– $NiSO_4$, $6H_2O$) и подобные ему сульфаты. Обращает

на себя внимание постоянное присутствие в рудах виоларита. Его средний химический состав по данным микрозондовых анализов соответствует, %: Fe 21.0, Ni 35.3, Co 0.8, S 42.6, что отвечает формуле : $(Ni_{1.52}Fe_{1.14}Co_{0.04})_{3.00}S_{4.00}$. На гипергенное происхождение этого минерала указывает очень близкий к определенному для пентландита показатель соотношения Ni/Co, что свидетельствует о замещении пентландита виоларитом . Кроме того, виоларит часто наблюдается в сростках с гетитом (α– FeOOH) и обладает многочисленными трещинами, что говорит о дефиците объема в результате выноса железа. Особо отмечается повсеместное распространение ретгерсита, образующего хорошо заметные сине– зеленые натеки на вмещающих породах.

С целью определения уровня и ареалов загрязнения участка расположения ТО «Отвалы Аллареченского месторождения» в 2010 г. по заказу ООО «Горнорудная компания Монолит» специалистами ОАО «Кольский геологический информационно – лабораторный центр» проведен экологический мониторинг, позволивший оценить состояние местных экосистем и направление максимальной миграции токсичных веществ. В процессе работ по мониторингу опробовались поверхностные воды, мох и верхний органогенный почвенный горизонт (A_0).

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, Co — в 5.3, Mn — в 5.5, 2– SO_4^{2-} — в 1.8 раз, а содержание Cd — почти критическое. Вода в этом болоте характеризуется кислой реакцией (pH = 3.65).

В феврале 2013 г. были проведены отбор проб и анализ воды затопленного карьера. Задача исследований — определение концентраций

тяжелых металлов в воде, водородного показателя и окислительно–восстановительного потенциала, а также наличия градиента этих показателей по глубине отбора пробы. Вода затопленного карьера оказалась менее загрязненной, чем предполагалось (превышение ПДК никеля в 35 – 40 раз). При этом, несмотря на то, что нижние горизонты затопленного карьера не являются проточными, концентрации тяжелых металлов не увеличиваются с глубиной отбора проб. Возможно, вследствие восстановительной обстановки в водоеме происходит образование вторичных сульфидных минералов и их осаждение в донных отложениях.

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, Cu в 227, Co в 61 раз. Но наибольшее загрязнение отмечено на достаточном удалении от отвала, в левом берегу бывшего русла р. Алла. Превышение концентраций поллютантов в этом месте, в сравнении с условно– фоновыми показателями, составило: Ni в 1172, Cu в 123, Co в 233 раза.

Результаты химического анализа образцов мха участка не обнаружили значительного превышения условно– фоновых содержаний, характерных в целом для района расположения отвала. Мхи и лишайники, концентрируя в себе химические элементы из сухих и мокрых атмосферных выпадений, используются в качестве биоиндикаторов атмосферного загрязнения. Следовательно, загрязнение участка обусловлено только длительным воздействием стоков с отвалов с высокими концентрациями сульфатов тяжелых металлов, которые мигрируют и затем накапливаются в пониженных участках рельефа. При этом направление миграции поллютантов контролируется формами рельефа и осуществляется вдоль старого русла р. Алла, в связи с чем возникает угроза загрязнения крупнейшей водной артерии Кольского полуострова р. Тулома.

В результате техногенной нагрузки на прилегающих к отвалу территориях наблюдается прогрессирующая деградация экосистем. Некоторые участки превратились в техногенную пустошь (рис. 10,11). При этом площадь пострадавших территорий значительно превышает площадь подошвы самого отвала.

Таким образом, с позиции синергетики отходы добычи сульфидсодержащих руд являются ярко выраженными самоорганизующимися диссипативными структурами. Период долговременного хранения отвалов характеризуется интенсивными гипергенными процессами, которые в виде системы многочисленных окислительно–восстановительных реакций приводят к заметному ухудшению качества первоначальных руд, их разрушению, переходу полезных компонентов в растворимые формы, которые мигрируют в окружающие территории, превращаясь в поллютанты (рис. 12). При этом сами объекты со временем обесцениваются в результате инфляции запасов.

Так, ущерб от инфляции запасов отвалов Аллареченского месторождения за более чем сорокалетний период его хранения оценивается в 1,2 тонны никеля (1/5 часть его запасов).

При средней цене никеля на Лондонской бирже в 2013 г. – 15 880 доллар/тонна оцененный экономический ущерб за сорокалетний период хранения составляет 600 млн. руб.

Экологический ущерб рассчитан по формуле: $У = У_{уд}^{отх} * K_i^o * V_{отх}$

где $У_{уд}^{отх}$ *– показатель удельного ущерба от размещения 1 тонны отходов (115.6 руб. в ценах 1999 г.);*

K_i^o *– коэффициент класса опасности (2.5);*

$V_{отх}$ *– объем отходов, размещенных в местах организованного захоронения (12 млн. тонн).*

У = 115,6* 2,5*12,0=3,5 млрд. руб.

Вставить рисунок!!!

Рисунок 10. Деградация экосистемы. Полное отсутствие напочвенного покрова (техногенная пустошь)

Вставить рисунок!!!

Рисунок 11. Деградация экосистемы. Прогрессирующая деградация экосистемы. Почти полное отсутствие надпочвенного покрова

Вставить рисунок!!!

Рисунок 12. Стадийность процессов разрушения отвала

Вставить рисунок!!!

Рисунок 13. Схема снижения инвестиционной привлекательности ГПО в координатах цена – время

На рис. 13 показана схема, иллюстрирующая увеличение со временем хранения ГПО экологического ущерба и снижение рыночной стоимости полезных компонентов извлекаемых из них. До точки $T_{\text{р}-\text{о}}$ рыночная стоимость полезных компонентов выше себестоимости переработки отвалов

ГПО, а негативные экологические последствия еще незначитеьны, что значительно повышает инвестиционную привлекательность переработки объектов ГПО. К настоящему времени данное техногенное месторождение не представляет интереса для инвесторов, потому что себестоимость переработки ГПО будет значительно выше рыночной стоимости полученного продукта.

3.4.2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ХВОСТО– И ШЛАМОХРАНИЛИЩ

В. А. Маслобоевым и др. [13] проведено изучение гипергенных процессов сульфидсодержащих хвостов обогащения медно– никелевых руд с оценкой их потенциальной экологической опасности.

Объектами исследований являлись хвостохранилище обогатительной фабрики (ОФ) № 1 комбината «Печенганикель» ОАО «Кольская ГМК» в г. Заполярный Мурманской области, которое эксплуатируется с 1965 г. по настоящее время , и законсервированное хвостохранилище опытной ОФ в п. Африканда Мурманской области, построенной в 1957 г. и в течение ряда лет перерабатывавшей медно– никелевые руды Печенгского рудного поля.

По литологической классификации хвосты обогащения могут быть сопоставлены с алевритами, по инженерно– геологической — с пылеватыми грунтами. Такие грунты в сухом состоянии пылят, в водонасыщенном склонны переходить в плывуны. В отличие от природных разностей, техногенные продукты практически не содержат глинистых минералов и органических коллоидов. Отличия лежалых хвостов от хвостов текущей переработки выражаются в увеличении содержания ультрадисперсных фракций и повышении удельной поверхности частиц, которая намного превышает расчетные значения исходя из гранулометрии. В процессе хранения хвостов наблюдается дальнейшая дифференциация вещества в объеме хвостохранилища за счет поверхностного сноса и суффозионных процессов. При этом меняются и физико– химические свойства поверхности

большинства минералов, даже устойчивых к выветриванию. Эти процессы находят отражение в инженерно– геологическом состоянии массива.

Минералого– литологическая характеристика и гранулометрический анализ показали, что все пробы лежалых хвостов опытной ОФ в п. Африканда можно разделить на группы (рис. 14). Первая группа — ***глиноподобные искусственные грунты, в составе которых преобладают фракции – 0.025 мм.*** Эти грунты сложены в основном тальком и гидрохлоритом, другие минералы играют подчиненную роль. В небольших количествах в таких грунтах присутствуют крайне тонкодисперсные (коллоидные) частицы. В водонасыщенном состоянии эти грунты имеют текучую консистенцию, в воздушно–сухом переходят в камнеподобное состояние, что свидетельствует о высокой роли водно– коллоидных связей между минеральными частицами. Исходя из содержания собственно глинистых частиц, такие грунты могут рассматриваться как искусственные аналоги природных суглинков и супесей.

Вторая группа — ***несвязные искусственные грунты, близкие к пылеватым природным пескам или алевритам.*** Количество частиц – 0.025 мм в них обычно не превышает первых процентов, а частиц – 0.01 мм практически нет. Иногда в одной пробе встречаются как глиноподобные, так и несвязные грунты. Но и в этом случае они пространственно разобщены и представляют собой разные прослойки.

Состав различных групп лежалых хвостов приведен в таблице 16.. Сравнение минеральных составов хвостов текущего производства и лежалых позволило выявить ряд отличий. К отличиям, которые обусловлены гипергенными процессами, следует отнести прежде всего значительное окисление сульфидных минералов и замещение их гидроксидами железа. Сопоставление химического состава первичных минералов и минералов–новообразований позволяет предположить следующую последовательность процессов гипергенеза: так же, как и в отвалах, в хвостах происходит

окисление пирротина с образованием свободной серной кислоты, воздействующей как на сам пирротин, так и ассоциирующий с ним пентландит. В результате этого воздействия на поверхности пентландита образуется виоларит $(\mathrm{Ni},\mathrm{Fe})_3S_4$, что приводит к увеличению пористости и повышает скорость выветривания минерала.

Вставить рисунок!!!

Рисунок 14. Схема хвостохранилища ОФ в п. Африканда. Литологические типы лежалых хвостов. Цифрами обозначены точки отбора проб

Гипергенными процессами можно объяснить высокое содержание в лежалых хвостах хлоритов $(\mathrm{Mg},\mathrm{Fe})_6[Si_4O_{10}]\ (\mathrm{OH})_8$ и гидрохлоритов, наибольшее в глиноподобных (табл. 16). К следствиям гипергенных процессов относится и практически полное исчезновение кальцита $\mathrm{CaC}O_3$, который активно взаимодействует с кислыми сульфатами, образующимися при окислении сульфидов, с образованием гипса $\mathrm{CaS}O_4\cdot 2H_2\mathrm{O}$. Появление гипса в наибольшей степени фиксируется в глиноподобных фракциях. Вероятно, образование этого минерала имеет место и в несвязных грунтах. Однако последние характеризуются высокими значениями коэффициента фильтрации, вследствие чего в условиях промывного режима климатических условий Заполярья гипс полностью из них вымывается.

Таблица 16. Состав хвостов обогащения медно– никелевых руд ОФ в п. Африканда, %

Минералы	**Лежалые хвосты**		
	Глиноподобные	**Несвязные с прослоями глиноподобных**	**Несвязные**
Оливин	0	0.10	0.10
Авгит	1.00	1.75	4.47
Керсутит	0.99	1.69	3.74
Хризотил	1.13	1.50	1.00
Серпофит	5.16	15.25	25.50
Хлорит и гидрохлорит	55.82	34.01	6.08
Антигорит	5.00	7.70	10.40
Тальк	13.81	14.86	3.10
Актинолит	3.00	7.60	24.30
Кальцит	–	–	–
Доломит	–	2.50	6.29
Кварц	1.98	1.00	–
Альбит	2.00	0.99	–
Гипс	2.11	1.00	–
Рудные (сульфиды + магнетит)	8.00	10.05	15.11

Сопоставление содержаний тяжелых металлов в поровых растворах современных и лежалых хвостов обогащения медно– никелевых руд показало значимые различия практически по всем сопоставляемым параметрам. Низкие содержания металлов в поровых растворах хвостов текущего производства (в 5 – 30 раз), возможно, связаны с тем, что процесс окисления отчасти блокируется присутствием остатков флотореагентов. Существенно более низкие концентрации магния и кальция обусловлены различием в кинетике: скорость окисления сульфидов на этом этапе несколько превышает скорость взаимодействия раствора с нерудными минералами и равновесие раствор — твердая фаза не достигается. В мировой

литературе преобладает мнение, что экологическую опасность представляют горнопромышленные отходы, в которых поровые растворы характеризуются кислой реакцией. Полученные результаты показывают, что хотя pH растворов во всех пробах выше 7.8, концентрации тяжелых металлов в них значительно превышают ПДК.

Таким образом, окисление сульфидных минералов начинается уже на стадии складирования и ранних этапах хранения. С увеличением времени хранения происходит накопление в растворах цветных металлов и магния (кальций частично выпадает в осадок в виде гипса). Установлено, что зональность поровых растворов по содержанию растворенных веществ выражена слабо. Непосредственно у поверхности окисление сульфидов протекает интенсивнее, что влечет за собой некоторое повышение концентраций железа, никеля и кобальта. В процессе фильтрации на глубину, даже на первые десятки сантиметров, наблюдается снижение содержаний этих элементов за счет взаимодействия растворов с породообразующими минералами, в первую очередь с кальцитом.

При хранении хвостов меняются не только содержания металлов в хвостах, но и их форма — соотношение сульфидной и кислородсодержащих фаз. Вследствие гипергенных процессов происходит перераспределение соотношений силикатной и сульфидной форм никеля в пользу первой. Если в текущих хвостах содержание силикатного никеля составляет в среднем 10 % от общего, то в лежалых — 40 %. Миграция никеля в виде сульфатов и осаждение его химически активными силикатами приводит к нарушению распределения содержания этого металла в крупных и мелких классах, характерных для хвостов текущей переработки медно– никелевых руд .

Как известно, экологическая опасность хвостов обогащения сульфидных руд заключается в загрязнении окружающей среды за счет фильтрации поровых растворов через тело дамбы и дно хвостохранилища, а также в результате пыления хвостов.

В целом проведенные исследования показали, что несмотря на наличие в составе хвостов обогащения медно– никелевых руд гидросиликатов магния и железа типа серпентинов и гидрохлоритов, присутствие карбонатов и низкое содержание сульфидов, хранилища представляют угрозу окружающей среде. И хотя при наличии химически активных нерудных минералов концентрации тяжелых металлов в поровых растворах существенно снижаются, а величина pH растет, остаточные содержания металлов в водной фазе лежалых хвостов превосходят ПДК для рыбохозяйственных водоемов по никелю в среднем в 486, по меди — в 394, по кобальту — в 102 раза. Эта ситуация сохраняется (и даже ухудшается) длительное время после завершения эксплуатации объекта.

Рекультивация отвалов и хвостохранилищ снижает экологическую нагрузку, но не обеспечивает их полную безопасность. Процесс окисления сульфидов может растягиваться на многие десятки лет, вследствие чего отвальные продукты представляют угрозу окружающей среде и после завершения эксплуатации месторождения и вывода техногенных объектов из эксплуатации [13].

Шламохранилище ОАО «Качканарский горнообогатительный комбинат (ОАО «КГОК»)» является составной частью производственного комплекса комбината, который эксплуатирует Гусевогорское месторождение Качканарской группы месторождений титано– магнетитовых руд. Добыча производится открытым способом тремя карьерами – Главным, Северным и Западным. Технология обогащения руды предусматривает сухую магнитную сепарацию с выделением отвальных хвостов и мокрое магнитное обогащение, которые позволяют из бедных титано–магнетитовых руд получать высококачественный железо– ванадиевый концентрат.

Шламохранилище ОАО «КГОК» состоит из трех отсеков – Выйского, Промежуточного и Рогалевского, разделенных между собой дамбами. Общая площадь шламохранилища составляет около 25 га.

Химический состав жидкой фазы накопленных в хвостохранилище отходов соответствует составу оборотной воды (табл. 17), состоящей из 11 химических элементов и отражающих специфику основных химических процессов обогащения титано–магнетитовых руд Гусевогорского месторождения.

Таблица 17. Химический состав оборотной воды

№	Показатели	Ед. измерения	Значения показателей	ПДК рыб. – хоз.
1	Сульфиты	мг/дм^3	45	100
2	Нитрит – ион	мг/дм^3	1,42	0,08
3	Нитрат – ион	мг/дм^3	79,9	40
4	Аммоний – ион	мг/дм^3	1,5	0,5
5	БПК пол.	мгO_2/дм^3	6,5	3,0
6	Железо общ.	мг/дм^3	0,43	0,1
7	Медь	мг/дм^3	0,004	0,01
8	Ванадий	мг/дм^3	0,0066	0,001
9	Взвешенные вещества	мг/дм^3	10	25+фон
10	Нефтепродукты	мг/дм^3	0,08	0,05
11	Сухой остаток	мг/дм^3	344	1000

Из табл. 17 видно, что оборотные воды шламохранилищ представляют собой потенциальный источник загрязнения поверхностных и подземных вод химическими элементами группы азота на уровне от 2– 3 ПДК до 17 ПДК, высокое содержание БПК пол. – до 2– 3 ПДК, железом – до 4 ПДК и ванадием – до 6 ПДК. Отмечается также некоторые превышение относительно ПДК содержания в оборотной воде нефтепродуктов.

Сравнение концентрации загрязняющих веществ в сети наблюдательных скважин со значениями в фоновой скважине, которые, в свою очередь, сравнивались с ПДК загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного значения показало устойчивое превышение над фоновым содержаний марганца, меди, железа, цинка и ванадия [16].

Кроме химического загрязнений поверхностных и подземных вод шламохранилища вместе с отвалами являются источниками загрязнений воздушного бассейна прилегающих территорий.

В г. Качканаре, который расположен выше самих отвалов ГОКа и построен по розе ветров для снижения возможности попадания загрязняющих веществ, при сильном ветре чувствуется пыль. Что же говорить о пос. Валерьяновск, который находится прямо у подножья шламовых гор.

По информации Всемирной Организации Здравохранения, пылевое атмосферное загрязнение приводит к серьезным изменениям в организме, ведущим к многократному увеличению вероятности раковых заболеваний. Кроме того, при попадании канцерогенных веществ, содержащихся в отходах, в воду происходит образование щелочи, которая даже при слабой концентрации вызывает серьезные химические ожоги.

Опасность от наличий шламохранилищ представляют не только и не столько химические загрязнения окружающей среды, сколько постоянно присутствующая угроза прорыва дамб, ограждающих эти шламохранилища. Так, на том же шламохранилище Качканарского ГОКа 2 ноября 1999 г. произошел прорыв дамбы, в результате чего р. Выя вышла из берегов и затопила близлежащие территории выше городов Лесной, Качканар и Нижнее Туры.

Вода в нижнем, Выйском отсеке остановилась в 1,5 см от насосов, подающих очищенную воду на комбинат. Если бы их затопило, то, в худшем случае,произошла бы катастрофа на Нижнетагильском металлургическом комбинате, который потребляет богатый ванадием окатыш с Качканарского ГОКа.

Шламохранилища, как мины замедленного действия, таят в себе постоянную экологическую угрозу. Они аккумулируют дождевые стоки и всегда есть опасность проникновения ядовитых стоков в окружающую среду.

4 октября 2010 г. в Венгрии, в районе г. Айка на заводе по производству глинозема произошла авария, разрушение плотины, сдерживающей резервуар с ядовитыми красными шламами. Произошла

утечка более 1 млн. $м^3$ токсичного вещества, разлившегося на территории 40 $км^2$и затопившего ближайшие 3 города и мелкие населенные пункты. Красная жижа заливала улицы местами глубиной до 2– х метров. В результате аварии погибли люди, сотни получили различной тяжести травмы и ожоги. В борьбе с утечкой красного шлама приняли участие сотни специалистов химической защиты, военные, полицейские, которые предотвращали попадание ядовитых отходов в воды крупных рек. Евросоюз предупредил об опасности распространения катастрофы на другие страны – в связи с угрозой попадания отходов в воды р.Дуная.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

1. Что из себя представляют горнопромышленные отходы? Какие они бывают?
2. Какая промышленность дает больше всех ГПО?
3. Сколько и какие ГПО размещены на территории Свердловской области?
4. Какие возможные направления использования отходов можете назвать?
5. Что такое техногенное месторождение?
6. Что такое инфляция запасов ГПО?
7. Что такое накопленный экологический ущерб?
8. Каковы экологические последствия хранения сульфидсодержащих отходов?
9. Что такое поллютанты?
10. Как образуются хвосты обогащения, и каковы экологические последствия их размещения?

Глава 4

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ(ОВОС)

4.1. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И ФУНКЦИИ ОВОС

Федеральный закон от 10.01.2002 № 7– ФЗ (ред. От 29.12.2015) «Об охране окружающей среды» устанавливает особые экологические требования при проектировании хозяйственной деятельности, в том числе разработке месторождений полезных ископаемых, добыче углеводородного сырья, строительстве, реконструкции городов и других населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов и т.п. В соответствии с этим законом проектировании, строительство, реконструкция объектов должны отвечать требования санитарно–эпидемиологического и природоохранного законодательства РФ.

Общие санитарно–эпидемиологические требования, которые предъявляются, например, при разработке месторождений полезных ископаемых, к планировке и застройке городов и других видов крупномасштабной и экологически небезопасной деятельности установлены Федеральным законом от 30.03.1999 № 52– ФЗ (ред. От 28.11.2015) «О санитарно–эпидемиологическом благополучии населения».

В соответствии с этим законом планировка и застройка любой территории должна обеспечивать благоприятные условия для жизни и здоровья населения. Для этого необходимо осуществлять комплексное благоустройство, а также предусматривать различные меры по предупреждению и исключению вредного воздействия на людей факторов окружающей среды.

Одним из важных инструментов, служащим для исключения отрицательного воздействия на состояние окружающей среды, являются **процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).**

ОВОС планируемой хозяйственной и другой деятельности на окружающую среду – это процесс, основной целью которого является принятие экологически ориентированных управленческих решений о реализации намечаемой хозяйственной и другой деятельности путем определения возможных неблагоприятных воздействий, оценки экологических последствий, учета общественного мнения, разработки мер по уменьшению и предотвращению воздействий.

В основе проведения ОВОС лежит принцип презумпции потенциальной экологической опасности любой планируемой хозяйственной или иной деятельности, т.е. потенциальной экологической опасности любой деятельности. При этом оценку необходимо обязательно проводить на всех этапах подготовки документации, которая обосновывает хозяйственную и другую деятельность, до государственной экологической экспертизы документации.

К основным результатам ОВОС относятся:

1) Информация о характере и масштабах воздействия на окружающую среду планируемой деятельности, возможных вариантах ее реализации, оценке экологических и связанных с ними социально– экологических и других последствий этого воздействия и их значимости, возможности уменьшения воздействия;
2) Исследование и учет общественных предпочтений при принятии заказчиком решений, связанных с планируемой деятельностью.

В соответствии со своими функциями и особенностями **ОВОС является инструментом превентивного характера на любой стадии разработки проекта**. В связи с этим ОВОС – процесс, гарантирующий, что

до принятий решения по реализации какой– либо хозяйственной деятельности будут приняты во внимание все экологические последствия.

Процедура ОВОС позволяет проанализировать возможные воздействия на окружающую среду и документально их оформить. Затем организовать общественные слушания по анализу отчета и учесть все комментарии граждан и представить отчет с окончательным решением. Предусматривается также информирование общественности об окончательном решении.

Главными задачами ОВОС является:

1) Оценка возможных изменений в природных и антропогенных экосистемах;
2) Предложение альтернативных проектов с различными экологическими последствиями;
3) Доведение до сведения администрации о возможных последствиях реализации планируемого проекта;
4) Не допущение ухудшения окружающей среды при реализации возможных альтернативных решений;
5) Информирование общественности о причинах положительного решения на реализацию проекта и возможных экологических последствиях;
6) Обеспечение сотрудничества заинтересованных сторон;
7) Стимулирование дальнейшего участия общественности в процессах принятия решений, связанных с хозяйственной деятельностью.

ОВОС является обязательной процедурой и всегда реализуется на начальной стадии разработки проекта. Координация по разработке ОВОС выполняется компетентными органами.

Насколько должна быть развернутой оценка воздействия определяется стадией принятий решений. При этом различаются также задачи ОВОС. Например, при проведении ОВОС в процессе выбора площадки

строительства, разработки технико– экономических обоснований (ТЭО) и проектов строительства задачами являются:

1) Тщательный анализ всех прогнозируемых достоинств и вреда экологического, экономического и социального характера, вызванных хозяйственной деятельностью;
2) Поиск эффективных проектных решений.

Проектные решения должны: не допускать ухудшения окружающей среды; обеспечивать социально–эколого–экономическую сбалансированность хозяйственного развития; улучшать условия жизни людей; содействовать разработке эффективных мер по снижению уровня вынужденных неблагоприятных воздействий на окружающую среду до приемлемого уровня.

Известно, что хозяйственная деятельность оказывает влияние практически на все земные объекты. Вследствие этого оценка воздействий осуществляется в отношении следующих объектов: флора, фауна, почва, воздух, вода, климат, ландшафт, исторические памятники и другие материальные объекты.

К основным функциям ОВОС относятся:

1. **Выведение, анализ, оценка и учет в проектных решениях:**
   – предполагаемых воздействий планируемой хозяйственной деятельности;
   – изменений в окружающей среде в результате предполагаемых воздействий;
   – последствий для общества и экосистемы вследствие изменений в окружающей среде.
2. **Выявление, анализ и сравнение всех возможных вариантов** (вплоть до отказа от деятельности) на основе социально– эколого– экономических оценок каждой из них.

3. Формализация, заключающаяся в том, что заказчик представляет результаты проведенных процедур ОВОС в процессе разработки проектного замысла на различных стадиях проектирования [21].

Следовательно, **ОВОС – это инструмент для принятий решений**. Результаты ОВОС должны представлять четкую картину исследованных альтернативных вариантов развития, а также их последствий для общества и экосистемы.

4.2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОВОС

ОВОС базируется на следующих принципах.

1. Обязательность. В полном объеме проводить процедуру ОВОС необходимо для следующих видов объектов хозяйственной деятельности. Ниже названы лишь некоторые объекты.

1. Нефтеочистительные заводы.

2. Тепловые электростанции и другие установки для сжигания тепловой мощностью 300 мегаватт или более, а также атомные электростанции и другие сооружения с ядерными реакторами.

3. Установки, предназначенные исключительно для производства или обогащения ядерного топлива, регенерации отработанного ядерного топлива или сбора, удаления и переработки радиоактивных отходов.

4. Крупные установки для доменного и мартеновского производства и предприятия цветной металлургии.

5. Установки для извлечения асбеста и переработки и преобразования асбеста и асбестосодержащих продуктов: в отношении асбестоцементных продуктов.

6. Химические комбинаты.

7. Строительство автомагистралей, скоростных дорог, трасс для железных дорог дальнего сообщения и аэропортов с длиной основной взлетно–посадочной полосы в 2100 метров или более.

8. Нефте– и газопроводы с трубами большого диаметра.

9.Крупные плотины высотой 15 м и более, водохранилища с площадью поверхности 2 кв. км и более, магистральные каналы, гидромелиоративные системы и системы водоснабжения крупных городов.

10. Горнодобычные работы и другие.

2. Превентивность. ОВОС применяется в качестве инструмента формирования решений на самых ранних этапах проектирования.

3. Вариантность. При оценки воздействий на окружающую среду должны быть рассмотрены альтернативные проектные решений и предложены, при необходимости, новые варианты.

4. Комплексность. Интеграция (рассмотрение во взаимосвязи) технологических, технических, социальных, природоохранных, экономических и других показателей проектных предложений.

5. Гласность. Доступность информации по проектным решениям для общественности на самой ранней стадии рассмотрения проекта.

6. Ответственность. Ответственность заказчика (инициатора) деятельности за последствия реализации проектных решений.

4.3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОВОС

До начала проектирования и проведения ОВОС намечаемой деятельности Заказчиком подготавливается "Уведомление о намерениях", которое содержит информацию о намерениях Заказчика по характеру намечаемой деятельности. Оно представляется в государственные органы власти и управления (по уровням компетенции) с целью получения согласия на дальнейшую подготовку и рассмотрение предложений по развитию намечаемой деятельности на возможных площадках ее осуществления. Согласие не означает закрепление за данным Заказчиком возможных площадок или землеотводов.

Всю документацию по ОВОС подготавливается заказчиком намечаемой деятельности через разработчика или специалистами по проведению ОВОС.

Этапы порядка проведения ОВОС:

1. Разработка проекта «Заявления о воздействии на окружающую среду» («проект ЗВОС»).
2. Направление «проекта ЗВОС» в государственные органы власти, управления и контроля.
3. Разработка задания на проектирование, изыскания исследования в соответствии с требованиями, которые после изучения «проекта ЗВОС» предъявляются государственными органами власти, управления и контроля.
4. Разработка ОВОС на основе «проекта ЗВОС» на основе результатов изысканий и исследований.
5. Организация и проведение общественных слушаний ОВОС.
6. Уточнение технико–экономического обоснования или проекта строительства хозяйственного объекта.
7. Заказчик принимает решение о целесообразности выполнения планируемой деятельности на конкретной площадке на соответствующих условиях. При этом учитываются экологические и связанные с ними последствиями реализации намечаемой деятельности.

По результатам проведения ОВОС оформляется отчетная документация. Она является составной частью документов, которые необходимо для Государственной экологической экспертизы.

На первом этапе ОВОС происходит уведомление, предварительная оценка и составляется техническое задание на проведение ОВОС. При этом заказчиком подготавливается и представляется в органы власти обосновывающая документация. Она состоит из общего описания

планируемой деятельности, целей ее реализации, информации, предусмотренной действующими нормативными документами. Кроме того заказчик доводит до общественности основные сведения и предварительно с ней консультируется.

Далее осуществляются исследования по ОВОС и подготавливается предварительный вариант материалов по оценке. Заказчик (исполнитель) выполняет ОВОС в соответствии с требованиями технического задания, учитывая альтернативы реализации, цели деятельности, способы их достижения. *Затем* заказчик готовит предварительный вариант материалов ОВОС.

Исследование ОВОС состоит из следующих мероприятий. Вначале определяются характеристики намечаемой хозяйственной и иной деятельности и возможные альтернативы, анализируется антропогенная нагрузка и т.п. Затем определяются мероприятия, уменьшающие или исключающие отрицательные воздействия, оценки их эффективности и возможности реализации. Далее готовится предварительный вариант материалов ОВОС намечаемой деятельности. При этом также готовится краткое изложение материалов ОВОС для неспециалистов. Исследование ОВОС включает и ряд других вопросов.

Следующий этап заключается в подготовке заключительного варианта материалов по оценке воздействия на окружающую среду. Этот вариант базируется на предварительном варианте материалов, в котором учитываются замечания, предложения и информация, поступившие от общественности на этапе обсуждения. Готовый вариант материалов состоит из сведений об учете поступивших замечаний и предложений, а также протоколов общественных слушаний. Заключительный вариант материалов ОВОС утверждает заказчик. Далее он используется в процессе подготовки обосновывающей документации, которая направляется на Государственную и Общественную экологическую экспертизу.

Для намечаемой деятельности Заказчик должен проводить указанные этапы ОВОС на всех стадиях подготовки документации, которая затем представляется на Государственную экологическую экспертизу.

До начала проектирования и проведения ОВОС планируемой деятельности Заказчик готовит «Уведомление о намерениях», содержащее данные о намерениях Заказчика по виду намечаемых работ. Оно направляется в государственные органы власти и управления для получения разрешения на дальнейшую подготовку и рассмотрение предложений по развитию намечаемой деятельности на возможных площадках ее осуществления.

4.4. РОЛЬ ОБЩЕСТВЕННОГО ОБСУЖДЕНИЯ ОВОС

Участие общественности в подготовке и обсуждении материалов по ОВОС планируемой деятельности, т.е. деятельности, которая способна оказывать воздействие на окружающую природную среду и которая является объектом экологической экспертизы, осуществляется на принципах участия общественных организаций и учете общественного мнения. Широкое обсуждение общественностью объекта экспертизы, включая ОВОС планируемой хозяйственной и другой деятельности, осуществляет Заказчик и органы местного самоуправления в соответствии с требованиями законодательства.

Насколько важны для окончательного принятий ОВОС мнение общественности при реализации проектируемых хозяйственных работ свидетельствует пример с освоением Томинского месторождения медно–порфировых руд, открытого еще в 1957 г. в Сосновском районе Челябинской области.

Месторождение является одним из крупнейших медных месторождений России, входит в топ – 50 крупнейших месторождений мира.

Запасы Томинского месторождения оцениваются в 630 млн. тонн руды, оно может дать 1,5 млн. тонн меди, 31 тонну золота и 71 тонну серебра.

Лицензия на разработку месторождения принадлежит АО «Томинский ГОК», входящему в группу «Русская медная компания».

Объем инвестиций в строительство Томинского горно– обогатительного комбината должен составить 55 млрд. рублей. Проект строительства Томинского ГОКа включен в «Стратегию развития цветной металлургии России на 2014– 2020 годы и на перспективу до 2030 года» приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 05.05.2014 г. № 839. Проект должен быть реализован в течение 15 лет.

Однако проект по строительству Томинского ГОКа вызвал протесты среды челябинцев, связанные с вопросами последствий буро– взрывных работ, загрязнения источников питьевого водоснабжения, атмосферного воздуха и влияния в целом на экосистему города Челябинска, находящегося всего в 8 км от будущего ГОКа. В 2014 появилось общественное протестное движение «Стоп ГОК», которое собрало более 108 тыс. подписей граждан против строительства ГОКа.

Во время общественных обсуждений предварительного и заключительного проектов оценки воздействия деятельности комбината на окружающую среду было принято более 3500 замечаний и предложений, многие из которых потребовали дополнительной проработки и даже новых проектных исследований. Судебные тяжбы и независимые экспертизы уже повлияли на планы Русской медной компании по запуску Томинского ГОКа, который в 2019 г. должен был выйти на производительность в 28 млн. тонн руды в год, однако сроки запуска комбината снова перенесли на конец 2020 года.

Не менее громкая и скандальная история произошла в 2012– 13 годы с проектом освоения месторождений медно– никелевых руд в Новохоперском районе Воронежской области. Лицензию на геологическое изучение,

разведку и добычу медно– никелевых руд Елкинского и Еланских участков федерального значения получило ООО «Медногорский медно– серный комбинат», принадлежащее ОАО «Уральская горно– металлургическая компания» (УГМК). ОВОС освоения месторождения вызвал массовые протесты населения региона, активную дискуссию в Интернете и других СМИ. Отрицательное отношение к ОВОС поддержали российские и международные экологические организации. Не останавливаясь на правовых и экономических аспектах освоения Елкинского и Еланского месторождений остродефицитных медно–никелевых руд, проект которого лоббируется руководством Воронежской области и отдельными учеными– экспертами, рассмотрим лишь экологические последствия возможной разработки руд. Разработчик акцентирует внимание общественности на том, что экологические риски устранит шахтный способ добычи. Однако в любом случае разработка руд приведет к переводу значительных площадей из разряда сельскохозяйственных земель в земли промышленного значения при том, что в непосредственной близости от сооружаемой токсичной промзоны находится Хоперский заповедник, река Хопер, признанной ЮНЕСКО самой чистой рекой в Европе. Поскольку ствол шахты перережет водоносные слои, неизбежно упадет уровень грунтовых вод, а затем и реки Хопра. Возможно, и смешение поверхностной чистой питьевой воды с подземным слоем бром– йодистых вод. Как считают эксперты, проект неизбежно нанесет вред водным ресурсам региона.

Серьезную проблему создадут горнопромышленные отходы в виде токсичных отвалов, содержащих тяжелые металлы– никель, молибден, мышьяк, медь и другие элементы.

Дополнительные экологические опасности несет ГОК, который будет сооружен. При обогащении руды 96 % ее составляет пустая порода. При предполагаемых объемах добычи это даст около 500 тыс. $м^3$ «хвостов

обогащения» в год, а «хвосты» сернистых руд, как и сами сернистые руды, способны к самовозгоранию.

И, наконец, отметим, что нарушение почвенного слоя, кубические километры горнопромышленных отходов, содержащие тяжелые металлы, вредные испарения отвалов и загрязнение вод нанесут непоправимый вред уникальной флоре и фауне региона. Новохоперский заповедник может перестать существовать.

К тому же на территории предполагаемых разработок находятся десятки древних курганов и поселений эпох от бронзы до средневековья. Таким образом, производство нанесет невосполнимый урок историческому наследию страны.

В целом социальные последствия никелевого проекта для региона окажутся сугубо негативными, что естественно вызывает острые противостояния различных социальных групп.

Все эти аргументы против ОВОС дали в конечном итоге однозначный ответ: вопрос о разработке месторождений медно– никелевых руд в Новохоперском районе Воронежской области должен быть снят.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

1. Что такое ОВОС?
2. Что является целью проведения ОВОС?
3. Какие задачи решает ОВОС?
4. Назовите основные функции ОВОС?
5. Назовите основные принципы ОВОС?
6. Каков порядок проведения ОВОС?
7. Как понимается гласность при проведении ОВОС?
8. Могут ли быть отклонены проектные решения?
9. Что такое вариантность при рассмотрении ОВОС?
10. Как понимается превентивность при разработке ОВОС?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. **Природные процессы, в том числе и опасные** – землетрясения, вулканические извержения, наводнения, оползни, бури и ураганы, сели и снежные лавины и другие – **развиваются во всех геосферах Земли** – атмосфере, гидросфере, литосфере, включая биосферу, **тогда как техно–природные процессы развиваются только в пределах техносферы.**

Техносфера выступает как материальное слагаемое истории человечества. Значительная часть современной техносферы – это совершенно новое надприродное образование, генетически не связанное с законами биосферы и выходящее далеко за границы биосфера.

2. **Созданная руками человека техносфера стала основным источником опасностей на Земле. Под техносферными опасностями понимается вся совокупность техногенных, антропогенных и природных опасностей, разрушающих техносферу.**

3. **Техногенез – процесс изменения природных комплексов и биогеоценозов под воздействием производственной деятельности человека.** В зависимости от рода деятельности человека выделяются сельскохозяйственный, горный, металлургический, градостроительный, лесотехнический, военный и другие виды техногенеза.

4. **В горном техногенезе выделяют** такие группы процессов как геодинамические,гидрологические, гидрогеологические, гидродинамичские,геохимические, горнотехнологические, которые делятся на процессы активной и пассивной стадий : осушение водоносных пород надрудной и водовмещающих толщ, вторичная консолидация рыхлых пород, сдвижение масс горных пород в зоне влияния горных выработок, суффозионно– карстовые процессы, прорывы рудничных вод, окисление

рудной минерализации, пучение глинистых пород, горные удары и подземные пожары.

4. **Горнопромышленные отходы составляют подавляющую часть всех отходов производства** и представляют собой неиспользуемые в данный момент продукты добычи и переработки минерального сырья, выделяемые из массы добытого полезного ископаемого в процессе разработки месторождения, последующего обогащения и химико–металлургического передела. Огромные объемы ГПО в виде отвалов горных пород, хвостов обогащения, шлаков создают серьезные экологические и экономические проблемы в горнопромышленных регионах. Поддержание отвалов и хвостохранилищ требует значительных капитальных и материальных затрат. Большие объемы перемещенной горной массы нарушают сложившиеся геологическое равновесие, выбросы газа и пыли при добыче полезных ископаемых, пыление отвалов и хвостохранилищ, попадание реагентов и тяжелых металлов в природные поверхностные и подземные воды отрицательно воздействуют на сложившиеся экосистемы и здоровье человека.

5. **Федеральный закон от 10.01. 2002 № 7– ФЗ «Об охране окружающей среды» устанавливает особые экологические требования** при проектировании хозяйственной деятельности, в частности строительстве заводов, городов, тепловых электростанций, горных предприятий, автомагистралей, нефте– и газопроводов, плотин высотой 15 м и более других объектов. Одним из важных инструментов, служащих для исключения отрицательного воздействия на состояние окружающей среды, является процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). Основными принципами ОВОС являются: обязательность, превентивность, вариантность, комплексность, гласность, ответственность.

ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА, ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ПРИ НАПИСАНИИ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ

ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ

- «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного техногенного характера» от 21 декабря 1994 г. № 68– ФЗ.
- «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7– ФЗ
- «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 № 174– ФЗ (с изменениями на 15.04.1998)
- «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89– ФЗ
- «О недрах» от 21.02.1992 г. № 2395– 1– ФЗ
- «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 г. №116– ФЗ

ПОСТАНОВЛЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И СУБЪЕКТОВ РФ

- « Об утверждении требований к составу и содержанию территориальных схем обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами» от 16.03.2016 г. №197
- «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий» от 24.12.2015 г. №274– р
- Постановление Правительства Свердловской области «Стратегия обращения с отходами производства на территории Свердловской области до 2030 года»
- «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 13.09.1996 г. № 1094, от 21.05.2007 г. № 304.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Болтыров В. Б., Селезнев С.Г., Стороженко Л.А. Экологические последствия долговременного хранения техногенных объектов типа «Отвалы Аллареченского месторождения» (Печенгский район Мурманской области)// Известия Уральского государственного горного университета. 2015. № 4 (40). С. 27– 34.
2. Бондарев Л.Г. История природопользования: Учебное пособие/ Л.Г. Бондарев; Моск. гор. Ун– т им. М. В. Ломоносова. Георг. Фак.– М.: Изд– во Моск. ун– та, 1999 – 96 с.
3. Бондарев Л.Г. Техногенез – новый фактор в развитии природы Земли// Земля и Вселенная. 1996. № 1. С. 30– 37.
4. Вернадский В.И.О науке Т. 1. Научное знание. Научное творчество. Научная мысль.– Дубна: «Феникс», 1997. – 576.
5. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР/М.А.Глазовская. – М.: Высшая школа, 1988. – 324 с.
6. Елохина С.Н. Техногенез затопленных рудников Урала. – Диссертация на соиск. Ученой степени доктора г. – м.н., Екатеринбург.
7. Емлин Э.Ф. Рациональное природопользование в горнодобывающих районах Урала: учеб. пособие / Э.Ф.Емлин. – Свердловск: 1989. – 93 с.
8. Емлин Э.Ф. Техногенез колчеданных месторождений / Э.Ф. Емлин . – Свердловск.: Изд– во Урал. ун– та, 1991. – 235 с.
9. Захаров А.В. Техногенез окружающей среды и мониторинг Асбестовского промышленного узла (Средний Урал).– Диссертация на соиск. канд– та г. – м.н. Екатеринбург, 2008.
10. Игнатьева М.Н., Литвинова А. А. Накопленный экологический ущерб: Российский опыт решения проблемы // Экологическая и техносферная безопасность горнопромышленных регионов: Труды VI Междунар. науч.– практ. конф. – Екатеринбург: ИЭУрО РАН, УГГУ, 2018. –

11. Логинов В. Г., Балашенко В. В. Срединный арктический регион: ресурсы, социум, экология и экономика. Екатеринбург, ИЭУрО РАН, 2014 – 291 с.
12. Макаров В.Н. Экологические проблемы утилизации горнопромышленных отходов. Ч. 1. – Апатиты: КНЦ РАН, 1998.
13. Маслобоев В.А., Селезнев С.Г., Макаров Д.В., Светлов А.В. Оценка экологической опасности хранения отходов добычи и переработки медно– никелевых руд//Физико– технические проблемы разработки полезных ископаемых. СО РАН. 2014.– № 3.
14. Методическое руководство по изучению и эколого– экономической оценке техногенных месторождений. – ГКЗ, 1994.
15. Плотников Н.И. Техногенные изменения гидро– геологических условий. М.: Недра, 1989.– 268 с.
16. Реймерс Н.Ф. Теоремы экологии//Наука и жизнь. 1992. № 10. С. 130– 137.
17. Трофимов В.Т., Королев В.А.,Герасимов А.С. Классификация техногенных воздействий на геологическую среду//Геология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология.– 1996. – № 5. С. 96– 107.
18. Ферсман А.Е. Геохимия. Т. 1. 2– е изд. – Л.: Геохимиздат, 1934. С. 26.
19. Чантурия В.А., Корюкин Б.М. Анализ техногенного минерального сырья Урала и перспективы его переработки//Проблемы геотехнологии и недроведения (Мельниковские чтения): докл. междунар. конф. Т. 3. – Екатеринбург: Уро РАН, 1998.
20. Чернего Л.С., Бойкова Д.Н. Техногенная трансформация экосистемы Севера в районах нефтедобычи//Разведка и охрана недр. – 2012. – № 7.– с. 30– 32.
21. Чижиков Ю.В.Экологическое сопровождение проектов: учебное пособие для вузов / Ю.В. Чижиков. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 308 с.

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»

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»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2020

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» / 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 ОАБОТЫ..... 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 газопромыслов.

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 (297х210 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, ъ, 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° 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 ± 0,1) кг или 50 г ± 1 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 – наименование.

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 непрямое 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) именуются 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. Гиляровской. – 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 «ассессмент-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.classs/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.

Приложение

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»

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