

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»
Кафедра анатомии и физиологии

И.М. Прищепа, В.А. Ключев, А.Н. Дударев

Безопасность жизнедеятельности человека

Курс лекций

*Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2018*

УДК 316.4(075.8)

ББК 68.9я73

П77

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 3 от 28.02.2018 г.

Авторы: проректор по научной работе ВГУ имени П.М. Машерова, доктор биологических наук, профессор **И.М. Прищеп**; старшие преподаватели кафедры анатомии и физиологии ВГУ имени П.М. Машерова **В.А. Ключев, А.Н. Дударев**

Рецензент:

профессор кафедры химии УО «ВГАВМ»,
доктор биологических наук, профессор *В.М. Холод*

Прищеп, И.М.

П77 Безопасность жизнедеятельности человека : курс лекций / И.М. Прищеп, В.А. Ключев, А.Н. Дударев. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – 236 с.
ISBN 978-985-517-666-5.

Курс лекций предназначен для студентов всех специальностей университета, учителей при подготовке к школьному факультативу по основам безопасности жизнедеятельности, преподавателей и работников реального сектора экономики. Рассмотрены основные разделы безопасности жизнедеятельности человека: защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций, радиационная безопасность, основы экологии, основы энергосбережения, охрана труда. Краткое и доступное изложение материала окажет существенную помощь студентам заочной формы обучения.

УДК 316.4(075.8)
ББК 68.9я73

ISBN 978-985-517-666-5

© Прищеп И.М., Ключев В.А., Дударев А.Н., 2018
© ВГУ имени П.М. Машерова, 2018

Сс ие

Введение	4
Раздел 1. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций	5
Лекция 1. Понятие о чрезвычайных ситуациях, их классификация и краткая характеристика. Система защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	5
Лекция 2. Подготовка населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	25
Лекция 3. Обеспечение пожарной безопасности на объектах производственного и гражданского назначения	58
Лекция 4. Обеспечение безопасности и порядок действий граждан при пожарах в зданиях	66
Лекция 5. Предупреждение чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах, организация и содержание мероприятий химической защиты	73
Лекция 6. Состояния, требующие оказания первой помощи. Остановка дыхания и кровообращения, мероприятия по оживлению организма	89
Лекция 7. Первая помощь при поражении электрическим током, молнией, при ожогах пламенем, отморожении, утоплении	98
Раздел 2. Радиационная безопасность	112
Лекция 1. Радиоэкологическая ситуация в Республике Беларусь после катастрофы на Чернобыльской АЭС	112
Лекция 2. Биологические эффекты воздействия ионизирующего излучения на организм человека	127
Лекция 3. Основные меры защиты населения от радиационного воздействия при авариях на атомных электростанциях	134
Раздел 3. Основы экологии	150
Лекция 1. Экологические проблемы питания. Основные источники и последствия загрязнения питьевой воды	150
Лекция 2. Законодательство Республики Беларусь в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов	172
Раздел 4. Основы энергосбережения	185
Лекция 1. Топливо-энергетические ресурсы в Республике Беларусь и традиционные способы получения тепловой и электрической энергии	185
Лекция 2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	199
Лекция 3. Основные принципы рационального использования тепловой и электрической энергии	212
Раздел 5. Охрана труда	223
Лекция 1. Законодательство Республики Беларусь в области охраны труда. Обеспечение защиты от опасных и вредных производственных факторов	223
Литература	234

Введение

В курсе лекций «Безопасность жизнедеятельности человека» рассмотрены вопросы следующих разделов:

1. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций.
2. Радиационная безопасность.
3. Основы экологии.
4. Основы энергосбережения.
5. Охрана труда.

Вопросы разработаны в соответствии с типовой программой «Безопасность жизнедеятельности человека», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 08.07.2013 г. Регистрационный № ТД – ОН. 006/тип.

В курсе лекций «Безопасность жизнедеятельности человека» большое внимание уделяется вопросам Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ГСЧС), пожарной безопасности, оказания первой помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях. В данном курсе лекций рассмотрены классификация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, классификация мер защиты населения от техногенного облучения, экологические проблемы и пути их решения.

С появлением человека основную угрозу для его жизни представляли чрезвычайные ситуации природного характера – ураганы, наводнения, землетрясения, лесные пожары и др. В настоящее время к природным ЧС прибавились чрезвычайные ситуации техногенного характера. К техногенным ЧС относятся пожары и взрывы на промышленных объектах, выброс опасных веществ и т.д.

Цель изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека» – формирование культуры безопасности жизнедеятельности для обеспечения жизни, здоровья и работоспособности в условиях постоянного взаимодействия с окружающей средой.

Задачи:

1. Овладение знаниями и умениями в вопросах предупреждения и минимизации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
2. Приобретение навыков в оказании первой помощи пострадавшим в различных чрезвычайных ситуациях.
3. Освоение знаний о рациональном использовании природных ресурсов, охране окружающей среды и мерах предотвращения экологического неблагополучия.

Раздел 1. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций

Лекция 1. Понятие о чрезвычайных ситуациях, их классификация и краткая характеристика. Система защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

1. Законодательство Республики Беларусь в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, гражданской обороны. Классификация чрезвычайных ситуаций.
2. Государственная система предупреждения и ликвидации ЧС.
3. Гражданская оборона Республики Беларусь.
4. Оповещение граждан о чрезвычайных ситуациях. Порядок действий работников организаций и населения в ЧС.

1. Законодательство Республики Беларусь в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, гражданской обороны. Классификация чрезвычайных ситуаций

Основными законодательными документами в области защиты населения и объектов от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны являются:

1. Закон Республики Беларусь «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 05.05.1998 г. (изменения и дополнения от 10.07.2012 г.).
2. Закон Республики Беларусь «О гражданской обороне» от 27.11.2006 г. (изменения и дополнения от 31 декабря 2009 г.).
3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении Положения о системе оповещения населения, органов управления и сил Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны».
4. Постановление Совета Министров Республики Беларусь «О ГСЧС» от 10.04.2001 г.

В Законе Республики Беларусь «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» определены:

- задачи государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- классификация чрезвычайных ситуаций;
- основные принципы защиты населения и территорий от ЧС;
- полномочия Президента Республики Беларусь и органов власти в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- права и обязанности граждан в области защиты населения и территорий от ЧС;

- подготовка населения, руководителей и работников организаций к действиям в чрезвычайных ситуациях и пропаганда знаний в области защиты от ЧС;

- финансовое и материальное обеспечение мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

- экспертиза, надзор и контроль в области защиты населения и территорий от ЧС и т.д.

Закон Республики Беларусь «О гражданской обороне» определяет:

- организацию и ведение гражданской обороны;
- основные задачи ГО;
- полномочия Президента Республики Беларусь и органов власти в области гражданской обороны;

- права и обязанности граждан в области ГО;

- руководство гражданской обороной Республики Беларусь;

- силы гражданской обороны;

- финансирование ГО.

Ответственность за нарушение законодательства. Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях. Статья 23.58. Нарушение законодательства в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций:

1. Нарушение законодательства, повлекшее создание условий для возникновения ЧС, – влечет предупреждение или наложение штрафа в размере от 20 до 50 базовых величин, а на юридическое лицо – до 200 базовых величин.

2. Непринятие должностным лицом мер по защите жизни и здоровья людей – влечет наложение штрафа в размере от 50 до 100 базовых величин.

Понятие и классификация ЧС. Чрезвычайная ситуация – обстановка, сложившаяся на определенной территории в результате аварии, катастрофы, стихийного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, причинение вреда окружающей среде и значительный материальный ущерб.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» чрезвычайные ситуации классифицируют в зависимости от *территориального распространения, количества пострадавших людей, объемов материального ущерба* (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Классификация чрезвычайных ситуаций

ЧС в зависимости от территориального распространения	Количество пострадавших людей	Объем материального ущерба, базовая величина
Локальная. Зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории объекта	не более 10 чел.	свыше 40, но не более 1 тыс.
Местная. Зона ЧС не выходит за пределы города, района	свыше 10, но не более 50 чел.	свыше 1 тыс., но не более 5 тыс.
Региональная. Зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы области	свыше 50, но не более 500 чел.	свыше 5 тыс., но не более 0,5 млн
Республиканская. Зона ЧС выходит за пределы более чем двух областей	свыше 500 чел.	свыше 0,5 млн
Трансграничная. Чрезвычайная ситуация распространяется за пределы Республики Беларусь и затрагивает ее территорию, если происходит за рубежом	—	—

2. Государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ГСЧС) – это система, объединяющая республиканские органы государственного управления, подчиненные Совету Министров Республики Беларусь, местные исполнительные и распорядительные органы, другие организации.

Республиканские органы государственного управления и иные государственные организации, подчиненные Совету Министров Республики Беларусь:

- Министерство по чрезвычайным ситуациям;
- Министерство здравоохранения;
- Министерство внутренних дел;
- Министерство связи и информатизации;
- Министерство иностранных дел;
- Министерство сельского хозяйства и продовольствия;
- Министерство транспорта и коммуникаций;
- Министерство архитектуры и строительства;
- Министерство лесного хозяйства;
- Министерство финансов;

- Министерство обороны;
- Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды;
- Министерство образования;
- Министерство жилищно-коммунального хозяйства;
- Министерство труда и социальной защиты;
- Министерство торговли, Белорусский республиканский союз потребительских обществ;
- Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Республики Беларусь;
- Комитет государственной безопасности;
- Государственный таможенный комитет;
- Государственный пограничный комитет;
- Государственный комитет по науке и технологиям;
- Государственный комитет по стандартизации;
- Белорусское республиканское унитарное страховое предприятие «Белгосстрах» (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Государственная система предупреждения и ликвидации ЧС.

Основное назначение ГСЧС – планирование, организация и исполнение мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, а также подготовка к проведению мероприятий гражданской обороны.

Основные задачи ГСЧС:

- разработка и реализация норм правового и экономического характера, направленных на защиту населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- реализация программ целевого и научно-технического назначения, направленных на предупреждение ЧС и повышение устойчивости функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях;
- создание на административно-территориальном и отраслевом уровнях резервов материальных ресурсов для ликвидации природных и техногенных ЧС;
- государственная экспертиза, надзор и контроль в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- обеспечение готовности к действиям в чрезвычайных ситуациях органов управления, сил и средств ГСЧС;
- организация и осуществление мероприятий, связанных с подготовкой к проведению мероприятий гражданской обороны;
- проведение мероприятий, обеспечивающих подготовку населения к действиям в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;
- сбор, обработка и выдача информации по вопросам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- оперативное доведение до населения сигналов оповещения о возникающих чрезвычайных ситуациях, а также информации о порядке и правилах поведения в природных и техногенных ЧС;
- оказание гуманитарной помощи и осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от чрезвычайных ситуаций;
- ликвидация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- прогнозирование и оценка последствий социально-экономического характера, обусловленных природными и техногенными чрезвычайными ситуациями;
- реализация прав и обязанностей населения в области защиты от ЧС, а также лиц, непосредственно участвующих в их ликвидации;
- мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций;
- международное сотрудничество в области защиты от ЧС.

Структура ГСЧС. Построение ГСЧС осуществляется по двум основным принципам: административно-территориальному и отраслевому. В соответствии с вышеуказанными принципами выделяют 4 уровня ГСЧС (рис. 1.2).

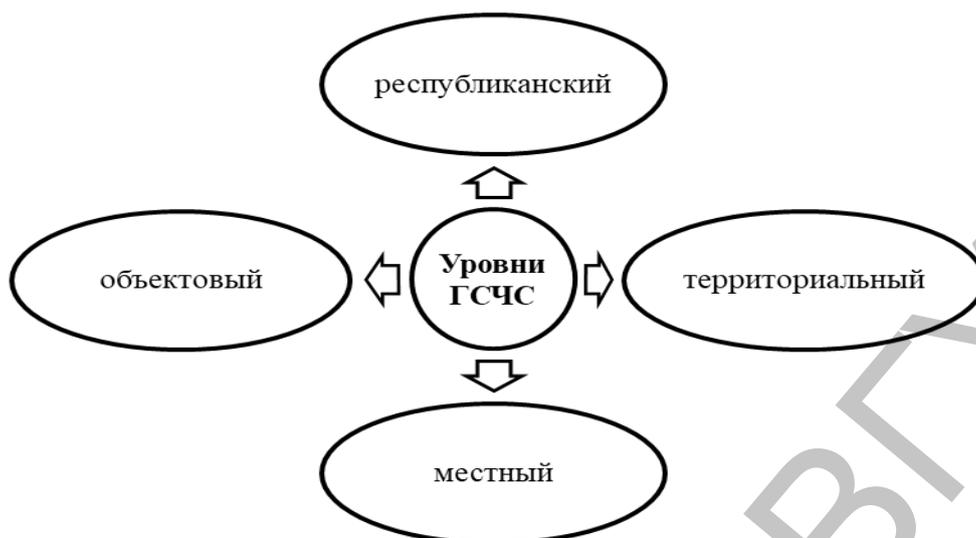


Рис. 1.2. Уровни ГСЧС в зависимости от административно-территориального и отраслевого принципов построения

Каждый из вышеназванных уровней ГСЧС образует структуру данной системы (рис. 1.3).



Рис 1.3. Структура Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Координирующие органы ГСЧС представлены комиссиями по чрезвычайным ситуациям (КЧС).

В состав КЧС входят:

1. Комиссия по чрезвычайным ситуациям при Совете Министров Республики Беларусь и комиссии по чрезвычайным ситуациям республиканских органов государственного управления, иных государственных организаций, подчиненных Совету Министров Республики Беларусь (*республиканский уровень построения ГСЧС*).

2. Комиссии по чрезвычайным ситуациям при исполнительных и распорядительных органах областей и г. Минска (*территориальный уровень ГСЧС*).

3. Комиссии по чрезвычайным ситуациям при исполнительных и распорядительных органах городов и районов (*местный уровень построения ГСЧС*).

4. Комиссия по чрезвычайным ситуациям организации (*объектовый уровень ГСЧС*).

Органы управления по чрезвычайным ситуациям:

1. Министерство по чрезвычайным ситуациям (МЧС), структурное подразделение (отдел, сектор) республиканских органов государственного управления, государственных организаций, подчиненных Совету Министров Республики Беларусь (*республиканский уровень*).

2. Минское городское управление МЧС и областные управления Министерства по чрезвычайным ситуациям (*территориальный уровень*).

3. Городские и районные отделы по чрезвычайным ситуациям Минского городского и областных управлений МЧС (*местный уровень*).

4. Структурное подразделение (отдел, сектор) или специально назначенный работник (*объектовый уровень*).

Мероприятия по ликвидации, мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций осуществляются **силами и средствами ГСЧС** (рис. 1.4).

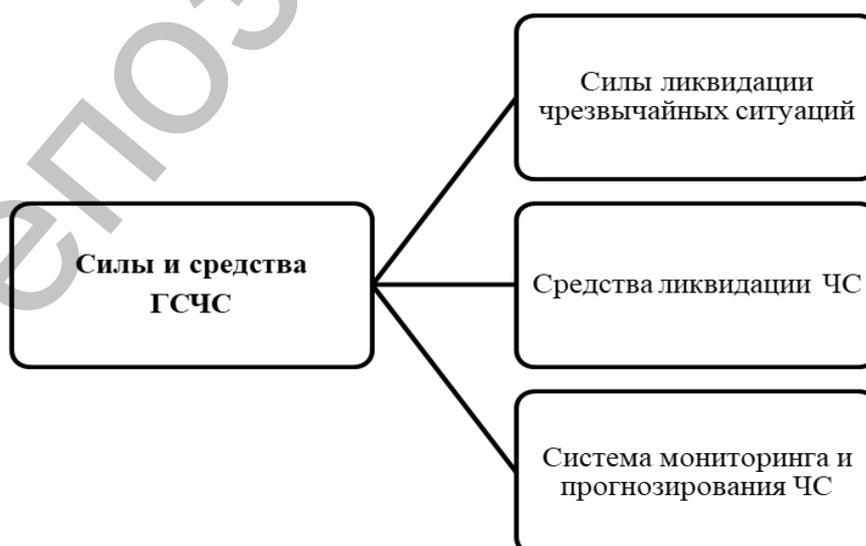


Рис. 1.4. Структура сил и средств ГСЧС

Силы ликвидации чрезвычайных ситуаций включают:

1. Подразделения по чрезвычайным ситуациям.
2. Организации здравоохранения и медицинских формирований.
3. Аварийно-спасательные службы.
4. Гражданские формирования гражданской обороны.
5. Организации ветеринарной службы и станции защиты растений.
6. Специализированные подразделения строительного комплекса.

Для ликвидации чрезвычайных ситуаций используются следующие средства:

- средства связи и управления;
- аварийно-спасательная техника;
- снаряжение;
- оборудование и инструменты;
- средства индивидуальной защиты;
- методические материалы;
- видео-, кино-, фотоматериалы по технологии аварийно-спасательных и других неотложных работ и т.д.

Система мониторинга и прогнозирования – это совокупность систем наблюдения, анализа и оценки источников чрезвычайных ситуаций, прогнозирования ЧС с целью принятия мер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Мониторинг и прогнозирование ЧС осуществляют:

1. На республиканском уровне – Министерство по чрезвычайным ситуациям.
2. На территориальном уровне – областные управления МЧС и Минское городское управление Министерства по чрезвычайным ситуациям.
3. На местном уровне – городские и районные отделы по чрезвычайным ситуациям Минского городского и областных управлений МЧС.

Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций осуществляется республиканскими органами государственного управления (табл. 1.2).

С целью обмена информацией о чрезвычайных ситуациях Система мониторинга и прогнозирования взаимодействует с Национальной системой мониторинга окружающей среды и системой социально-гигиенического мониторинга.

Таблица 1.2

Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций

Источники чрезвычайных ситуаций	Республиканские органы государственного управления
Опасные гидрологические явления	Министерство по чрезвычайным ситуациям, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Опасные метеорологические явления	Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды
Опасные геологические явления	Национальная академия наук Беларуси
Пожары в природных экосистемах	МЧС, Министерство энергетики, Министерство лесного хозяйства, Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Инфекционные заболевания людей	Министерство здравоохранения
Эпизоотии	Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Поражение сельскохозяйственных растений и лесных массивов болезнями и вредителями	Министерство сельского хозяйства и продовольствия, Министерство лесного хозяйства
Аварии с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ на объектах	Министерство по чрезвычайным ситуациям, Министерство жилищно-коммунального хозяйства, Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Аварии с выбросом радиоактивных веществ	МЧС, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды
Пожары и взрывы на опасных производственных объектах	Министерство по чрезвычайным ситуациям, Министерство промышленности, Министерство энергетики, Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Аварии систем жизнеобеспечения	Министерство жилищно-коммунального хозяйства, Министерство энергетики, Министерство здравоохранения
Аварии очистных сооружений	Министерство жилищно-коммунального хозяйства, Министерство промышленности, Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Гидродинамические аварии	Министерство энергетики, Министерство сельского хозяйства и продовольствия, Министерство жилищно-коммунального хозяйства
Транспортные аварии с опасными грузами	МЧС, Министерство транспорта и коммуникаций, Министерство энергетики

Информационно-управляющая система ГСЧС включает:

1. Информационные центры республиканских органов государственного управления, иных государственных организаций.

2. Дежурно-диспетчерские службы районов, городов и организаций.

3. Государственное учреждение «Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации МЧС Республики Беларусь».

4. Центры оперативного управления Минского городского управления МЧС и областных управлений министерства по чрезвычайным ситуациям.

5. Центры оперативного управления районных и городских отделов по чрезвычайным ситуациям.

Резервы материальных ресурсов создаются на следующих уровнях:

- республиканском;
- отраслевом;
- территориальном;
- местном;
- объектовом.

Основными материальными ресурсами, предназначенными для ликвидации ЧС, являются:

- продовольствие и пищевое сырье;
- изделия медицинского назначения и медикаменты;
- строительные материалы;
- средства индивидуальной защиты.

В зависимости от обстановки и масштаба чрезвычайной ситуации выделяют следующие **режимы функционирования ГСЧС:**

- режим повседневной деятельности;
- режим повышенной готовности;
- чрезвычайный режим.

Режим повседневной деятельности осуществляется в условиях нормальной обстановки (гидрометеорологической, сейсмической, промышленной, химической, радиационной, биологической) на определенной территории.

Режим повышенной готовности вводится при ухудшении обстановки (гидрометеорологической, сейсмической, промышленной, химической, радиационной, биологической) и при получении прогноза о чрезвычайной ситуации.

Введение чрезвычайного режима связано с возникновением и ликвидацией ЧС.

Основными мероприятиями, осуществляемыми при функционировании режимов ГСЧС, являются:

в режиме повседневной деятельности:

- мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций;
 - планирование и выполнение программ целевого и научно-технического характера;
 - проведение мероприятий по защите населения и обеспечению устойчивости функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях, а также мероприятий по предупреждению ЧС;
 - подготовка руководителей и работников ГСЧС к действиям в чрезвычайных ситуациях, обучение населения действиям в ЧС;
 - создание резервов материальных ресурсов, предназначенных для ликвидации чрезвычайных ситуаций;
 - осуществление страхования работников и граждан в ЧС;
- в режиме повышенной готовности:***
- создание оперативных групп с целью выяснения причин ухудшения обстановки на определенной территории и разработка предложений по нормализации данной обстановки;
 - уточнение планов защиты населения от чрезвычайных ситуаций, а также планов предупреждения и ликвидации ЧС организаций;
 - усиление отдельных элементов информационно-управляющей системы (дежурной и диспетчерской служб);
 - осуществление мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
 - проведение первоочередных мероприятий по жизнеобеспечению населения, повышению устойчивого функционирования объектов экономики и защите окружающей среды;
 - приведение в состояние готовности сил и средств ГСЧС и их выдвижение при необходимости в район ЧС.
- в чрезвычайном режиме:***
- введение в действие планов защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также планов организаций, направленных на предупреждение и ликвидацию ЧС;
 - выдвижение оперативных групп в зону чрезвычайной ситуации;
 - ликвидация ЧС;
 - определение границ зоны чрезвычайной ситуации;
 - организация работ по жизнеобеспечению населения, пострадавшего от чрезвычайных ситуаций, а также работ по обеспечению устойчивого функционирования в ЧС объектов экономики;
 - непрерывное ведение мониторинга и прогнозирования чрезвычайной ситуации.

3. Гражданская оборона Республики Беларусь

Гражданская оборона – составная часть оборонных мероприятий Республики Беларусь по защите населения и материальных ценностей от опасностей, возникающих при ведении военных действий.

Организация гражданской обороны осуществляется по административно-территориальному и отраслевому принципам.

Ведение гражданской обороны определяется планами ГО, которые вводятся в действие на территории Республики Беларусь с момента объявления войны, фактического начала военных действий или введения Президентом Республики Беларусь военного положения.

Основные задачи гражданской обороны (ГО):

- обучение населения способам защиты от опасностей военного времени;
- обеспечение устойчивого функционирования объектов экономики и систем жизнеобеспечения (вода, пищевые продукты, медицинское обеспечение) населения в военное время;
- оповещение населения об опасностях, связанных с военными действиями;
- временное отселение населения, предоставление средств индивидуальной и коллективной защиты;
- эвакуация материальных ценностей в безопасные районы в случае угрозы их похищения или уничтожения;
- проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ (АС и ДНР);
- санитарная обработка населения, подвергшегося радиоактивному, химическому и биологическому заражению;
- поддержание общественного порядка в районах, пострадавших от опасностей военного времени.

Структура гражданской обороны (рис. 1.5). В Беларуси **руководство гражданской обороной** осуществляется Советом Министров Республики Беларусь. Начальник гражданской обороны Беларуси – Премьер-министр Республики Беларусь.

Элементы организационной структуры гражданской обороны		
Руководство гражданской обороной в Республике Беларусь	Органы управления гражданской обороной	Силы гражданской обороны

Рис. 1.5. Структура гражданской обороны

Управление ГО проводится не только в военное, но и в мирное время. *В военное время управление гражданской обороной осуществляют штабы ГО.* Данные органы управления создаются на базе:

- Министерства по чрезвычайным ситуациям;
- областных и Минского городского управлений МЧС;
- районных (городских) отделов по чрезвычайным ситуациям областных и Минского городского управлений МЧС;
- других республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций.

В мирное время выделяют следующие органы управления гражданской обороной:

- Министерство по чрезвычайным ситуациям (на республиканском уровне);
- областные и Минское городское управление МЧС (на территориальном уровне);
- районные (городские) отделы по чрезвычайным ситуациям областных и Минского городского управлений МЧС, работники сельских исполнительных комитетов (на местном уровне);
- структурные подразделения (работники) республиканских органов государственного управления (на отраслевом и объектовом уровнях).

Силы гражданской обороны включают: службы гражданской обороны, гражданские формирования гражданской обороны, сеть наблюдений и лабораторного контроля гражданской обороны.

Службы гражданской обороны. В зависимости от административно-территориального принципа организации гражданской обороны и выполняемых функций выделяют следующие службы ГО:

- республиканские;
- областные;
- районные;
- городские;
- службы организаций.

Руководство службами гражданской обороны осуществляется различными министерствами и ведомствами (табл. 1.3).

Руководство гражданской обороной

Службы ГО в зависимости от выполняемых функций	Руководство службами ГО
Медицинская	Министерство здравоохранения, Республиканский центр по оздоровлению и санаторно-курортному лечению населения
Пожарная аварийно-спасательная	Министерство по чрезвычайным ситуациям
Инженерно-техническая	Министерство архитектуры и строительства
Коммунально-техническая	Министерство жилищно-коммунального хозяйства
Обеспечения горюче-смазочными материалами	Белорусский государственный концерн по нефти и химии
Охраны общественного порядка	Министерство внутренних дел
Защиты сельскохозяйственных животных и растений	Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Передачи и распространения информации	Министерство информации, Министерство связи и информатизации, Национальная государственная телерадиокомпания
Связи	Министерство связи и информатизации
Торговли и питания	Министерство торговли, Министерство сельского хозяйства и продовольствия, Белорусский государственный концерн пищевой промышленности «Белгоспищепром», Белорусский государственный концерн по производству и реализации товаров легкой промышленности, Белорусский республиканский союз потребительских обществ
Транспортного обеспечения	Министерство транспорта и коммуникаций
Энергоснабжения	Министерство энергетики, Министерство жилищно-коммунального хозяйства

На службы гражданской обороны возлагается решение следующих основных задач:

- *на медицинскую службу* – контроль за санитарно-эпидемической обстановкой, а также проведение санитарно-гигиенических, противоэпидемических и лечебно-эвакуационных мероприятий;

- *на пожарную аварийно-спасательную службу* – организация и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ, мероприятий по локализации и тушению пожаров;

- **на инженерно-техническую службу** – восстановление и ремонт зданий, организация строительства быстровозводимых убежищ и восстановление разрушенных защитных сооружений;

- **на коммунально-техническую службу** – контроль за состоянием сетей и сооружений коммунального хозяйства, организация проведения аварийно-восстановительных работ на вышеуказанных сетях и сооружениях;

- **на службу обеспечения горюче-смазочными материалами** – обеспечение автотранспорта гражданских формирований гражданской обороны горюче-смазочными материалами (бензин, моторное масло, тормозная жидкость и т.д.);

- **на службу охраны общественного порядка** – обеспечение общественного порядка в зонах ЧС (обеспечение порядка въезда и выезда граждан и транспортных средств, борьба с преступностью и т.д.), охраны объектов экономики (транспорт, связь, электроэнергетика и т.п.), материальных и историко-культурных ценностей;

- **на службу защиты сельскохозяйственных животных и растений** – организация и проведение мероприятий по защите сельскохозяйственных животных и растений, а также продукции животноводства и растениеводства от чрезвычайных ситуаций;

- **на службу передачи и распространения информации** – организация передачи и доведения до населения информации о ЧС, правилах поведения при получении сигналов гражданской обороны;

- **на службу связи** – обеспечение органов управления гражданской обороны каналами связи, эксплуатационно-технического обслуживания систем оповещения для доведения информации о чрезвычайных ситуациях до населения;

- **на службу торговли и питания** – обеспечение питанием, одеждой и обувью гражданских формирований гражданской обороны, а также пострадавшего населения в зонах ЧС;

- **на службу транспортного обеспечения** – организация и проведение мероприятий по эвакуации населения, материальных и историко-культурных ценностей в безопасные районы, а также гражданских формирований гражданской обороны в районы предназначения;

- **на службу энергоснабжения** – обеспечение устойчивого функционирования энергосетей, ликвидация аварий на вышеуказанных сетях, организация приобретения резервных источников энергоснабжения в организациях Министерства энергетики.

Гражданские формирования гражданской обороны предназначены для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ при чрезвычайных ситуациях, как мирного, так и военного времени. ГФГО создаются в организациях, в составе которых имеются

опасные объекты либо объекты, имеющие важное экономическое и оборонное значение.

Гражданские формирования гражданской обороны классифицируются по подчиненности, предназначению (рис. 1.6) и характеру выполняемых задач.

Территориальные гражданские формирования создаются в подчиненных организациях начальниками гражданской обороны административно-территориальных единиц, а также в организациях, подчиненных республиканским органам государственного управления. Данные формирования предназначены для выполнения мероприятий гражданской обороны в интересах соответствующих административно-территориальных единиц.

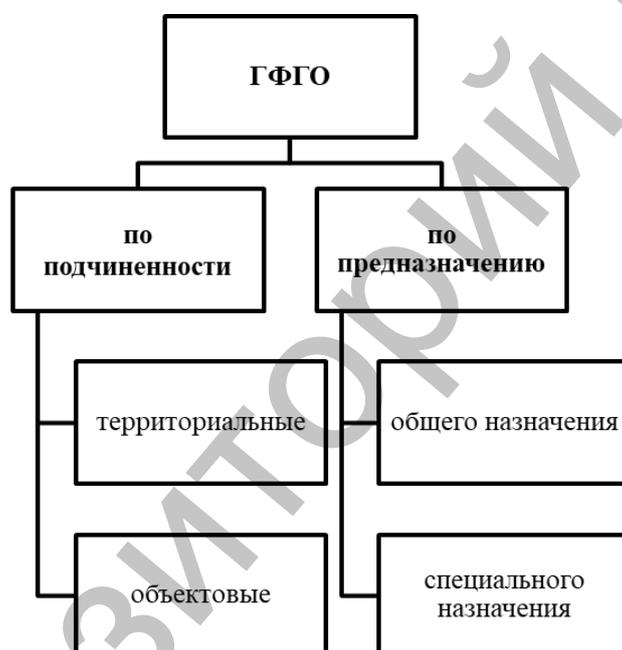


Рис. 1.6. Гражданские формирования гражданской обороны по подчиненности и по предназначению

Объектовые гражданские формирования создаются начальниками гражданской обороны организаций. Основное назначение вышеуказанных формирований – проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в соответствующих организациях при чрезвычайных ситуациях.

Гражданские формирования общего назначения предназначены для проведения АС и ДНР общего характера. Данные работы включают:

- расчистку и вскрытие завалов, поврежденных убежищ и укрытий;
- розыск и извлечение людей из разрушенных сооружений;

- оказание пострадавшим первой медицинской помощи;
- организацию транспортировки пострадавших в лечебные учреждения.

Составными элементами гражданских формирований общего назначения являются: сводные отряды, команды, группы.

Гражданские формирования специального назначения осуществляют:

- обеспечение связи;
- ведение разведки;
- оказание медицинской помощи;
- локализацию и тушение пожаров;
- охрану общественного порядка;
- проведение и материально-техническое обеспечение мероприятий по обеспечению безопасности населения (противорадиационных, противохимических, санитарно-гигиенических и противоземлемических).

Гражданские формирования специального назначения предназначены также для обеспечения деятельности гражданских формирований общего назначения.

В зависимости от характера задач, выполняемых при различных чрезвычайных ситуациях, выделяют следующие гражданские формирования гражданской обороны:

- формирования связи;
- противопожарные;
- медицинские;
- формирования разведки;
- радиационной, химической и биологической защиты;
- автомобильные;
- аварийно-технические;
- инженерные;
- формирования механизации работ;
- торговли и питания;
- охраны общественного порядка.

В военное время общая численность состава гражданского формирования ГО должна составлять не менее 20% штатной численности работников организации.

Сеть наблюдений и лабораторного контроля гражданской обороны предназначена для контроля за:

- 1) загрязнением объектов окружающей среды (воздух, вода, почва, растительность) и продуктов питания отравляющими, радиоактивными и биологическими средствами;

2). возникновением инфекционных заболеваний человека (эпидемий), животных (эпизоотий) и растений (эпифитотий).

Сеть наблюдений и лабораторного контроля ГО включает в себя:

- лаборатории по аналитическому контролю окружающей среды;
- посты радиационного и химического наблюдения;
- центры гигиены и эпидемиологии;
- ветеринарные лаборатории и станции;
- агрохимические лаборатории.

4. Оповещение граждан о чрезвычайных ситуациях.

Порядок действий работников организаций и населения в ЧС

Оповещение о чрезвычайных ситуациях – это доведение до населения, органов управления ГСЧС сигналов оповещения и информации об угрозе возникновения ЧС природного и техногенного характера, правилах поведения, ходе ликвидации последствий чрезвычайной ситуации.

В Республике Беларусь с целью оповещения населения о чрезвычайных ситуациях используется **автоматизированная система централизованного оповещения (АСЦО)**.

Система оповещения – организационно-техническое объединение сил, средств оповещения и информирования, средств электро-связи и массовой информации, обеспечивающих оповещение и информирование населения, органов управления ГСЧС.

Уровни функционирования системы оповещения:

- республиканский (территория Республики Беларусь);
- территориальный (территория области и г. Минска);
- местный (территория района и города);
- объектовый (территория объекта или зоны возможной угрозы от данного объекта).

Технические средства АСЦО:

1. Электросирены и сигнальные громкоговорящие установки.
2. Уличные громкоговорители.
3. Телефонная и сотовая связь (рассылка SMS-сообщений).
4. Телевидение.
5. Беспроводное радиовещание (перехват каналов FM-диапазона).
6. Сеть интернет.

В Республике Беларусь используется 4500 электросирен и 1500 уличных громкоговорителей.

Основным способом оповещения населения о ЧС в Республике Беларусь является передача речевой информации. Передача данного

типа информации населению может осуществляться с перерывом программ теле- и радиовещания не более чем на 5 минут. Кроме того допускается двух- или трехкратное повторение передачи речевой информации.

На территории, не охваченной АСЦО (садоводческие товарищества, малонаселенные пункты) для оповещения населения могут быть использованы автомобили с сигнальными громкоговорящими установками. В Беларуси насчитывается более 5,3 тыс. автомобилей, оборудованных данными устройствами. Транспортные средства с СГУ имеются в распоряжении МЧС (около 2400), МВД (2200), Минздрава (550), Белтопгаза (200) и т.д.

В последнее время большое внимание уделяют системам оповещения населения, проживающего в зоне возможного радиоактивного, химического и биологического заражения. Это связано с работой специальных датчиков, обеспечивающих автоматическое включение средств оповещения при увеличении содержания в окружающей среде различных веществ.

Решение об использовании автоматизированной системы централизованного оповещения принимают:

1. Премьер-министр Республики Беларусь, Министр по чрезвычайным ситуациям (на всех уровнях).

2. Председатель облисполкома (Минского горисполкома), начальник областного (Минского городского) управления Министерства по чрезвычайным ситуациям (на территориальном и нижестоящих уровнях).

3. Руководитель местного исполнительного и распорядительного органа, начальник городского (районного) отдела по чрезвычайным ситуациям (на местном и нижестоящих уровнях).

4. Руководитель организации, эксплуатирующей объект, диспетчер дежурно-диспетчерской службы (на объектовом или локальном уровне).

Непосредственные действия по использованию системы оповещения осуществляются дежурно-диспетчерскими службами.

Для оповещения населения используют сигналы гражданской обороны как мирного, так и военного времени (рис. 1.7).

В мирное время используется один сигнал гражданской обороны с условным наименованием **«Внимание Всем!»**. Передача данного сигнала населению осуществляется путем включения сирен или других сигнальных устройств на 3 минуты. Услышав сигнал **«Внимание Всем!»**, каждый гражданин должен включить радиоточку, радиоприемник, телевизор на местную станцию. По вышеуказанным средствам оповещения будет передана информация о чрезвычайной ситуации и указания по защите.

В военное время кроме сигнала «*Внимание Всем!*» используют и другие сигналы гражданской обороны: «*Воздушная тревога!*», «*Отбой воздушной тревоги!*», «*Химическая тревога!*», «*Радиационная опасность!*». При возникновении воздушной, химической или радиационной опасности сначала осуществляется передача сигнала «Внимание Всем!», затем следует информация. Например: «Внимание! Внимание! Граждане! Радиационная опасность!» и т.д. После передачи сигналов ГО будут даны рекомендации по защите.

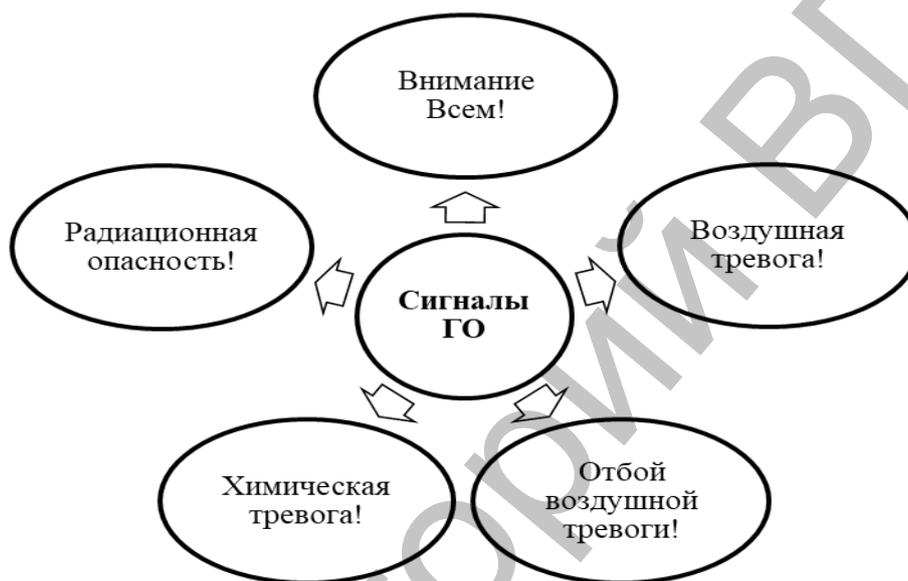


Рис. 1.7. Сигналы гражданской обороны мирного и военного времени

Порядок действий работников организаций и населения в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера:

1. Уяснить из передаваемой информации место чрезвычайной ситуации, направление распространения поражающего фактора (при наводнении – пути распространения воды; при аварии на химическом предприятии – направление распространения ядовитого облака), пути и способы эвакуации.

2. При аварии на химически опасном объекте – подготовить средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи.

3. Обустроить убежище в своем доме либо подготовить для эвакуации предметы первой необходимости (аптечка, запас продуктов питания и питьевой воды, личные документы, теплая одежда).

Правила поведения при опасностях, связанных с ведением военных действий:

1. Если сигнал оповещения застал дома:

- отключить газ и электричество;
- подготовить для эвакуации документы, деньги, запас продуктов питания и медикаменты;

- покинуть здание и спуститься в ближайшее укрытие.

2. Если сигнал оповещения застал на улице или в городском транспорте:

- необходимо найти ближайшее убежище;
- в случае отсутствия последнего можно использовать подвальные помещения, подземные переходы, станции метро. Укрываться можно также во всевозможных канавах, оврагах и т.д.

3. Если сигнал оповещения застал в магазине, на рынке или в театре:

- нужно внимательно выслушать указание администрации о том, где находится ближайшее укрытие;
- если нет указаний от администрации, то необходимо: выйти на улицу, осмотреться и определить место расположения ближайшего укрытия.

Порядок действий при террористических актах:

- не трогать бесхозные пакеты (сумки, коробки и т.д.), обнаруженные в подъезде дома, на улице или в общественном транспорте;
- если произошел взрыв – необходимо препятствовать распространению пожара, принять меры к недопущению паники и оказать первую помощь пострадавшим;
- для уменьшения кровопотери в случае ранения надо двигаться как можно меньше;
- в присутствии террористов необходимо сохранять спокойствие, следует воздержаться от резких движений, криков;
- если существует угроза применения террористами оружия, надо лечь на живот, закрыть голову руками, подальше от окон и застекленных дверей;
- необходимо использовать любую возможность для спасения.

Лекция 2. Подготовка населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

1. Права и обязанности граждан в области защиты от чрезвычайных ситуаций. Подготовка персонала организаций в области защиты от ЧС природного и техногенного характера, гражданской обороны.

2. Классификация и краткая характеристика чрезвычайных ситуаций природного характера. Рекомендации по действиям граждан при угрозе и возникновении ЧС природного характера.

3. Природные чрезвычайные ситуации, характерные для Республики Беларусь.

4. Чрезвычайные ситуации техногенного характера.

1. Права и обязанности граждан в области защиты от чрезвычайных ситуаций. Подготовка персонала организаций в области защиты от ЧС природного и техногенного характера, гражданской обороны

Граждане Республики Беларусь в области защиты от чрезвычайных ситуаций имеют право:

1. На информацию о рисках, связанных с ЧС и о мерах необходимой безопасности.
2. Использовать средства индивидуальной и коллективной защиты в случае возникновения чрезвычайной ситуации.
3. На защиту здоровья, жизни и имущества от чрезвычайной ситуации.
4. На возмещение ущерба, причиненного здоровью и имуществу в результате ЧС.
5. На бесплатное государственное страхование за вред, причиненный здоровью во время участия в мероприятиях по ликвидации ЧС.
6. На пенсионное обеспечение в случае потери трудоспособности при исполнении обязанностей по защите населения и территорий от чрезвычайной ситуации.
7. На пенсионное обеспечение по случаю потери кормильца, погибшего или умершего при исполнении обязанностей по защите населения и территорий от ЧС.
8. На бесплатное медицинское обслуживание за проживание и работу в зоне чрезвычайных ситуаций.
9. Обращаться лично, а также направлять индивидуальные и коллективные обращения по вопросам защиты от чрезвычайной ситуации в органы управления государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Обязанности граждан Республики Беларусь в области защиты от чрезвычайных ситуаций:

1. Соблюдение нормативно-правовых актов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.
2. Соблюдение мер безопасности в быту и трудовой деятельности.
3. Изучение приемов оказания первой помощи пострадавшим и правил пользования средствами индивидуальной и коллективной защиты.
4. Выполнение правил поведения при возникновении чрезвычайной ситуации.

Подготовка руководителей и работников ГСЧС осуществляется:

- по месту работы, с использованием специально разработанных программ;
- в учреждениях образования;
- на курсах;
- в специальных учебно-методических центрах.

2. Классификация и краткая характеристика чрезвычайных ситуаций природного характера. Рекомендации по действиям граждан при угрозе и возникновении ЧС природного характера

В соответствии с Постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 19 февраля 2003 г. № 17 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» ЧС классифицируют по характеру происхождения на природные и техногенные.

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате возникновения источника природной ЧС, который может повлечь за собой человеческие жертвы, значительные материальные потери, ущерб окружающей природной среде. Природные ЧС подразделяют на группы в зависимости от сферы возникновения (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Природные ЧС по сфере возникновения

К источникам природной чрезвычайной ситуации относят опасные природные явления.

Опасное природное явление – это событие природного происхождения, которое по своей продолжительности и масштабу распро-

странения может вызвать поражающие воздействия на людей, объекты экономики и природную среду (рис. 1.9).

Разрушительное природное или природно-антропогенное явление значительного масштаба называют *стихийным бедствием*.



Рис. 1.9. Опасные природные явления

Опасное гидрологическое явление – событие гидрологического (водного) происхождения.

Опасное метеорологическое явление – природные процессы и явления, возникающие в атмосфере.

Опасное геологическое явление – событие геологического происхождения, возникающее в земной коре.

К опасным гидрологическим явлениям относятся: подтопление, наводнение, сель, лавина, цунами и т.д.

Подтопление – повышение уровня грунтовых вод, нарушающее строительство и эксплуатацию объектов на определенной территории.

Наводнение – это стихийное бедствие, приводящее к затоплению определенной территории водой. Наводнения связаны с такими опасными явлениями, как половодье, паводок, затор, зажор и ветровой нагон.

Половодье – фаза водного режима реки, характеризующаяся высоким и длительным подъемом уровня воды и вызываемая снеготаянием.

Паводок – фаза водного режима реки, характеризующаяся кратковременным подъемом уровня воды и вызываемая дождями или снеготаянием во время оттепелей.

Затор – скопление льда в русле реки во время ледохода и связанный с этим подъем уровня воды.

Зажор – скопление внутриводного льда под поверхностным льдом и связанный с этим подъем уровня воды.

Ветровой нагон – это подъем уровня воды на ветреных участках побережья морей, крупных озер, в устьях крупных рек

в результате воздействия сильного ветра на водную поверхность.

Сель – это стремительный поток, представляющий собой смесь воды и обломков горных пород, внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек в результате интенсивных дождей или бурного таяния снега.

Снежная лавина – внезапно возникающее движение снега вниз по крутым склонам гор, вызываемое как природными (обильные снегопады, землетрясения), так и антропогенными факторами (давление на снег горнолыжника, звук ружейного выстрела, взрывы и т.д.).

Цунами – сверхмощные морские волны, возникающие при подводных землетрясениях.

Опасные метеорологические явления включают две основные группы – аэродинамические и агрометеорологические.

Аэродинамические явления связаны с движением воздушных масс. Выделяют горизонтальное и вертикальное направления движение воздуха. Поток воздуха, который движется в горизонтальном направлении, называется *ветром*. Основным параметром ветра является скорость (сила).

Скорость ветра определяют по шкале Бофорта. Ирландский адмирал Фрэнсис Бофорт разработал шкалу ветров в 1805 г. В 1926 г. в шкалу Бофорта был добавлен такой показатель, как скорость ветра. В 1955 году Бюро погоды США, чтобы различать ураганные ветры различной скорости, расширило данную шкалу до 17 баллов. После некоторых уточнений шкала Бофорта в 1963 г. была принята Всемирной метеорологической организацией.

К опасным аэродинамическим явлениям относят: штормы (бури) и ураганы (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Шкала Бофорта

Балл	Название ветра	Средняя скорость ветра		Действие ветра	
		м/с	км/ч	на суше	на море (высота волн, м)
0	Штиль	0–0,2	< 1	Вертикальное направление дыма	Зеркально гладкая поверхность моря
1	Тихий	0,3–1,5	1–5	Отклонение дыма от вертикального направления	0,1
2	Легкий	1,6–3,3	6–11	Шелест листьев, ощущение ветра кожей лица	0,3

Окончание табл. 1.4

3	Слабый	3,4–5,4	12–19	Постоянное движение листьев и тонких ветвей деревьев	0,9
4	Умеренный	5,5–7,9	20–28	Пыль и бумага поднимаются ветром	1,5
5	Свежий	8,0–10,7	29–38	Качаются тонкие стволы деревьев, ветер ощущается рукой	2,5
6	Сильный	10,8–13,8	39–48	Качаются толстые ветви деревьев	4
7	Крепкий	13,9–17,1	50–61	Качаются все деревья, трудно идти против ветра	5,5
8	Очень крепкий	17,2–20,7	62–74	Ломаются тонкие ветви деревьев, против ветра идти очень трудно	7,5
9	Шторм (буря)	20,8–24,4	75–88	Могут быть вырваны с корнем невысокие деревья, начинают разрушаться крыши зданий	10
10	Сильный шторм	24,5–28,4	89–102	Деревья вырываются с корнем, строения имеют значительные разрушения	12,5
11	Жестокий шторм	28,5–32,6	103–117	Значительные разрушения на огромных пространствах	16
12	Ураган	> 32,6	> 117	— // —	Громадные волны, видимость исключительно плохая
13	Сильный ураган	39,2	145	— // —	— // —
14	— // —	43,8	158	— // —	— // —
15	Жестокий ураган	48,6	175	— // —	— // —
16	— // —	53,6	193	— // —	— // —
17	— // —	>58	<200	— // —	— // —

Шторм (буря) – очень сильный ветер (более 20 м/с), вызывающий сильные волнения на море и значительные разрушения на суше.

Основной разновидностью данного ветра являются *вихревые бури*, которые могут распространяться на огромные территории. Выделяют шквальные, снежные и пыльные (песчаные) вихревые бури.

Шквал – резкое кратковременное усиление ветра. Ширина шквальной бури составляет несколько километров, в редких случаях до 50 км. Длина пути шквального ветра – 20–200 км, редко до 700 км. Шквал может сопровождаться ливневым дождем, грозой, градом и пыльной бурей. Продолжительность шквальной бури колеблется от нескольких минут до 1–1,5 часов.

Снежная буря – это зимний сильный ветер, скорость которого превышает 15 м/с (56 км/ч). Температура воздуха составляет -7°C . Данное явление сопровождается обильными снегопадами, метелями, обледенением. Снежная буря проходит расстояние от нескольких десятков до нескольких сотен километров. Длительность снежных бурь изменяется от нескольких часов до нескольких дней.

Пыльная (песчаная) буря – это сильный ветер (более 10 м/с), приводящий к перемещению огромного количества песка и пыли на большие расстояния. Ширина песчаных бурь может достигать 500 км. На сотни и даже тысячи километров переносятся миллионы тонн пыли и песка. Пыльная буря способна засыпать территорию, площадь которой составляет несколько сотен тысяч квадратных километров. Продолжительность песчаных бурь – от нескольких часов до 7–10 суток.

Ураган – ветер разрушительной силы, скорость которого составляет свыше 32 м/с.

Ураганный ветер может перемещаться на тысячи километров и способен охватить территорию в диаметре до нескольких сотен километров. Ураганы часто сопровождаются различными метеорологическими явлениями: ливневыми дождями, снегопадами, градом, грозами. Средняя продолжительность урагана составляет 9–12 суток.

Энергия ураганов чрезвычайно велика. Ураган диаметром зоны 700 км каждую секунду выделяет энергию, эквивалентную взрыву пяти атомных бомб хиросимского типа. Установлено также, что энергии, выделяемой ураганом за сутки, хватило бы для обеспечения США электроэнергией в течение полугода.

Основной разновидностью вертикального направления движения воздуха являются смерчи.

Смерч (торнадо) – атмосферный вихрь разрушительной силы диаметром до 1000 м и скоростью вращения воздуха до 100 м/с.

Высота торнадо колеблется от 800 до 1500 м. Скорость перемещения данного атмосферного вихря – 30–80 км/ч. В среднем продолжительность существования смерча составляет 20–30 мин (рис. 1.10).

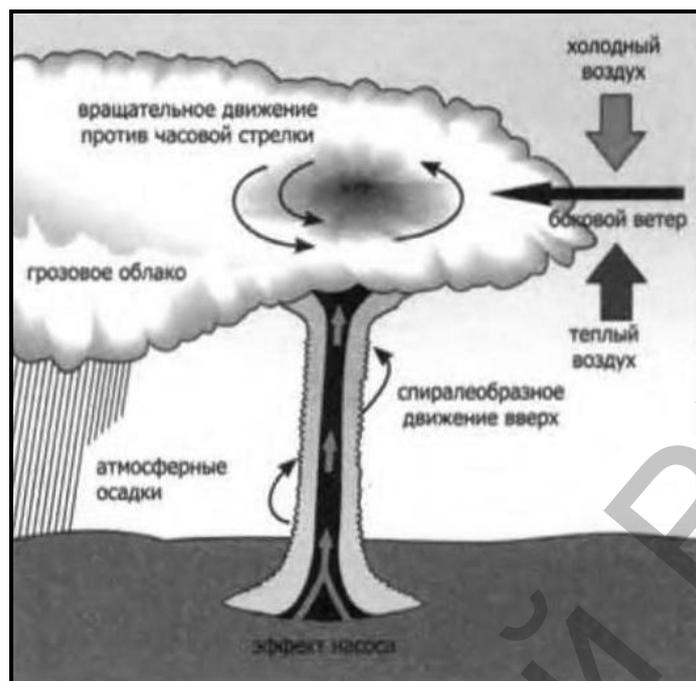


Рис. 1.10. Образование смерча

Энергия обычного смерча радиусом 1 км и средней скоростью 70 м/с сравнима с энергией атомной бомбы малой мощности (21 килотонна).

Причиной возникновения опасных аэродинамических явлений является циклоническая деятельность. *Циклон* – это область пониженного давления воздуха. Образование циклонов связано с неравномерным распределением тепла на земной поверхности и соответственно перемещением воздуха из области высокого давления к области низкого давления.

Опасные агрометеорологические явления обусловлены температурой воздуха и атмосферными осадками.

К температурным агрометеорологическим явлениям относятся: заморозки, очень сильный мороз, очень сильная жара.

Заморозки – понижение температуры воздуха или поверхности почвы ниже нуля, приводящее к повреждению или гибели сельскохозяйственных культур.

Очень сильный мороз – агрометеорологическое явление, характеризующееся понижением температуры воздуха до -35°C и ниже.

Очень сильная жара – это агрометеорологическое явление, которое характеризуется повышением температуры воздуха до $+35^{\circ}\text{C}$ и выше.

Агрометеорологические явления, обусловленные атмосферными осадками, представлены: очень сильным снегопадом, очень сильным дождем (ливнем), крупным градом.

Очень сильный снегопад – продолжительное и интенсивное выпадение из облаков атмосферных осадков в виде снега, приводящее к полному прекращению движения транспортных средств. Очень сильные снегопады могут продолжаться от двух суток и более.

Основным показателем осадков является их количество. Количество осадков – это осадки, выпавшие на земную поверхность в течение определенного времени, которые остаются в виде слоя воды, толщина которого и определяет их количество, измеряемое в миллиметрах. Высота снежного покрова при 1 мм выпавшего снега составляет 1–1,5 см.

При очень сильном снегопаде количество осадков составляет 20 мм и более в течение 12 часов.

Очень сильный дождь (ливень) – кратковременные и интенсивные атмосферные осадки в виде дождя или снега. Продолжительность ливневых осадков колеблется от нескольких минут до 1–2 часов. Количество ливневых осадков составляет 50 мм и более в течение 12 часов.

Крупный град – атмосферные осадки, выпадающие в виде частичек плотного льда (диаметр 20 мм и более) вместе с ливневым дождем при грозе. Длительность данных осадков составляет от 1–2 до 10–20 минут.

Комбинированное воздействие осадков и температуры воздуха приводит к образованию сильного гололеда и засухи.

Сильный гололед – слой плотного льда (20 мм и более), образующийся при намерзании капель дождя или тумана на земной поверхности.

Засуха – комплекс метеорологических факторов (отсутствие осадков, высокая температура воздуха, пониженная влажность воздуха) в течение 1 месяца и более.

Опасные геологические явления включают: землетрясение, оползень, обвал.

Землетрясения – это колебания земной поверхности, вызванные естественными или искусственными факторами.

В зависимости от причины возникновения выделяют следующие виды землетрясений: тектонические, вулканические, обвальные, техногенные и искусственные.

Причиной возникновения тектонических и вулканических землетрясений является движение участков земной коры (литосферных плит) по поверхности расплавленной верхней части мантии. **Тектонические землетрясения** характеризуются столкновением литосферных плит и деформацией земной поверхности с выделением определенной энергии. При **вулканических** землетрясениях отмечается расхождение литосферных плит и возникновение восходящих потоков, извергающих лаву.

Обвальные землетрясения связаны с такими опасными природными явлениями, как оползни и обвалы. Данные землетрясения не обладают большой силой и имеют ограниченное распространение.

Техногенные землетрясения представляют собой тектонические землетрясения, возникающие в результате хозяйственной деятельности человека. Сейсмические колебания земной поверхности отмечаются при строительстве крупных водохранилищ, а также при добыче нефти и газа. Причиной данных колебаний является увеличение давления и снижение температуры в горных породах при принудительном нагнетании воды в глубокие горизонты земной поверхности.

Искусственные землетрясения возникают при взрывах большой мощности. Сила таких землетрясений определяется количеством взорванного вещества. Например, при подземных ядерных взрывах могут возникать землетрясения силой 4 балла.

Землетрясения определяют по следующим параметрам:

1. Очаг землетрясения, в т.ч. глубина очага.
2. Сейсмическая энергия.
3. Интенсивность землетрясения.
4. Продолжительность сейсмических колебаний земной поверхности.

Очаг землетрясения характеризуется разрывами (разломами) земной коры, возникающими при землетрясении. При самых сильных землетрясениях длина разломов составляет 1000 км. Важнейшей составляющей является глубина очага. Выделяют очаг под землей (гипоцентр) и на поверхности земли (эпицентр). Гипоцентр является источником возникновения землетрясения. Вокруг эпицентра находится область, где отмечаются наибольшие колебания земной поверхности. Глубина очага колеблется от 30 до 750 км. Чем глубже очаг землетрясения, тем меньше интенсивность колебаний земной поверхности (рис 1.11).

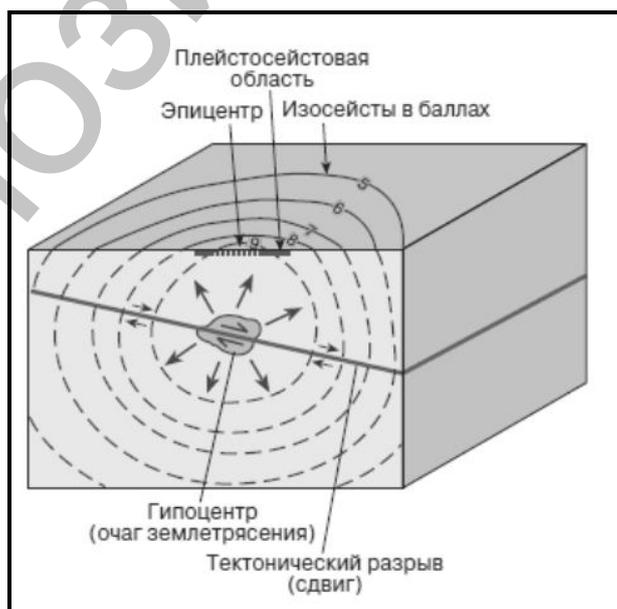


Рис. 1.11. Очаг землетрясения

Сейсмическая энергия – это энергия, выделяющаяся в виде сейсмических волн из гипоцентра землетрясения. Энергию землетрясения измеряют по шкале, предложенной в 1935 году американским сейсмологом Чарльзом Рихтером. Шкала Рихтера включает условные единицы – магнитуды (от 1 до 9,5). При повышении магнитуды на две единицы энергия землетрясения увеличивается в тысячу раз (табл. 1.5).

Таблица 1.5

Шкала магнитуд	
M	E (энергия), эрг
4,0	$6,3 \cdot 10^{17}$
4,5	$3,6 \cdot 10^{18}$
5,0	$2,0 \cdot 10^{19}$
5,5	$1,1 \cdot 10^{20}$
6,0	$6,3 \cdot 10^{20}$
6,5	$3,6 \cdot 10^{21}$
7,0	$2,0 \cdot 10^{22}$
7,5	$1,1 \cdot 10^{23}$
8,0	$6,3 \cdot 10^{23}$
8,5	$3,6 \cdot 10^{24}$

Для измерения энергии землетрясения используется такая единица, как эрг. $1 \text{ эрг} = 1 \text{ г} \cdot \text{см}^2/\text{с}^2 = 10^{-7} \text{ Дж}$.

Установлено, что энергия землетрясения в $1,1 \cdot 10^{25}$ эрг соответствует энергии, которую может дать Днепровская ГЭС при непрерывной работе в течение 350 лет. Энергия, выделяющаяся при землетрясении магнитудой 5, эквивалентна энергии взрыва атомной бомбы средней мощности.

Интенсивность землетрясения – это внешние проявления землетрясения (подземных толчков) на определенной территории.

В мировой практике для определения данного параметра применяются различные шкалы. В России и странах СНГ используется 12-балльная шкала Медведева–Шпонхойера–Карника (MSK-64), которая была разработана в 1964 г. (табл. 1.6).

Таблица 1.6

Шкала интенсивности землетрясения		
Балл	Сила землетрясения	Краткая характеристика
I	Не ощущается	Не ощущается людьми. Регистрируется только сейсмическими приборами
II	Очень слабые толчки	Ощущается отдельными людьми в состоянии полного покоя в верхних этажах зданий

III	Слабое	Ощущается как вибрация от грузовика внутри некоторых зданий
IV	Интенсивное	Легкое дребезжание и колебание посуды и оконных стекол, скрип дверей и стен
V	Довольно сильное	Общая вибрация здания, колебание мебели. Трещины в оконных стеклах и штукатурке
VI	Сильное	Откалываются отдельные куски штукатурки
VII	Очень сильное	Повреждения (трещины) в стенах каменных домов
VIII	Разрушительное	Трещины на почве и на крутых склонах гор. Сильное повреждение каменных домов
IX	Опустошительное	Разрушение каменных домов. Деформация старых деревянных домов
X	Уничтожающее	Трещины в почве шириной до 1 м. Оползни и обвалы со склонов гор
XI	Катастрофа	Многочисленные оползни и обвалы. Каменные дома почти полностью разрушаются
XII	Сильная катастрофа	Многочисленные трещины, изменение рельефа, отклонение течения рек, возникновение водопадов

Интенсивность землетрясения зависит не только от глубины очага, но и от магнитуды. Установлено, что очень сильные 7-балльные землетрясения отмечаются начиная с магнитуды 5,5 (табл. 1.7).

Таблица 1.7

**Соотношение между шкалой магнитуд
и шкалой интенсивности землетрясения**

Шкала Рихтера	4,0–4,9	5,0–5,9	6,0–6,9	7,0–7,9	8,0–8,9
Шкала Медведева–Шпонхойера–Карника	IV–V	VI–VII	VIII–IX	IX–X	XI–XII

С увеличением энергии землетрясения растет и площадь разрушений (табл. 1.8).

Зависимость площади разрушений от магнитуды

Магнитуда	5	6	7	8
Площадь разрушений, км ²	100	500	3000	20000

Продолжительность сейсмических колебаний земной поверхности составляет 20–90 с.

Оползень – это опасное геологическое явление, характеризующееся смещением масс горных пород по склону.

Существуют естественные и искусственные причины возникновения оползней.

Основными естественными причинами являются: крутизна склонов (оползни отмечаются на склонах, начиная с крутизны 19°), подмыв склона речными и морскими водами, переувлажнение осадками и подземными водами, ослабление прочности пород при выветривании, землетрясения.

К основным искусственным причинам относят: неправильную агротехнику сельскохозяйственных угодий (распахивание склонов, чрезмерный полив садов), вырубку лесов, прокладку дорог, строительство сооружений. Установлено, что 80% оползней связано с искусственными причинами.

Основными параметрами оползней являются: мощность оползневого процесса (количество движущейся массы горных пород), скорость движения, масштаб (площадь).

По мощности оползневого процесса выделяют оползни: малые (менее 10 тыс. м³), средние (11–100 тыс. м³), крупные (101 тыс.–1 млн м³), очень крупные (более 1 млн м³).

По скорости движения оползни подразделяются на следующие группы: исключительно медленные (0,06 м/год), очень медленные (1,5 м/год), умеренные (1,5 м/месяц), быстрые (1,5 м/сутки), очень быстрые (0,3 м/мин), исключительно быстрые (3 м/с).

По характеру обрушения исключительно быстрые оползни соответствуют обвалам и более опасны, чем медленно скользящие оползни. В отличие от обвалов, для оползней характерно медленное развитие.

По масштабу (площади) различают следующие оползни:

- очень мелкие (менее 5 га);
- мелкие (5–50 га);
- средние (50–100 га);

- крупные (100–200 га);
- очень крупные (200–400 га);
- грандиозные (более 400 га).

Более 90% всех оползней регистрируется в горах, высота которых составляет 1000–1700 м.

К одной из стран с развитой оползневой активностью относят Киргизию. На территории данного государства площадь, пораженная оползнями, превышает 8000 км².

Обвал – это отрыв масс горных пород со склонов гор.

Возникновение обвалов обусловлено природными и антропогенными причинами.

К основным природным причинам относятся: увеличение крутизны склона, переувлажнение почвы (осадки, поверхностные и подземные воды), сейсмические колебания земной поверхности. Обвалы отмечаются на склоны гор с крутизной 35–40°.

Антропогенными причинами являются: прокладка дорог, строительство тяжелых зданий, разработка месторождений. Хозяйственная деятельность человека является причиной 80% обвалов.

Обвалы характеризуются по мощности процесса (объем горных пород) и по масштабу проявления (площадь).

По мощности обвалы делятся на следующие группы: очень малые (менее 5 м³), малые (от 5 до 50 м³), средние (от 50 до 1000 м³) и крупные (более 1000 м³).

Обвалы, при которых объем горных пород составляет миллиарды кубических метров, регистрируются в 0,05% случаев.

По масштабу проявления выделяют оползни:

- мелкие (до 5 га);
- малые (5–50 га);
- средние (50–100 га);
- огромные (более 100 га).

Основным поражающим фактором оползней и обвалов является заваливание массами горных пород свободного ранее пространства. В результате происходит разрушение зданий и других сооружений,крытие населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий под толщами гонных пород, перекрытие русел рек и путепроводов, гибель животных и людей, изменение рельефа.

Пожары в природных экосистемах. Природный пожар – неконтролируемое горение, стихийно возникающее и распространяющееся в природной среде. Примерно 90% природных пожаров возникает по вине человека. Причиной 7–8% данных пожаров являются молнии. Классифицируют природные пожары по сфере распространения (рис 1.12).



Рис. 1.12. Природные пожары по сфере распространения

Лесной пожар – природный пожар, который распространяется по лесной площади. Лесные пожары *в зависимости от состава лесной растительности и характера возгорания* подразделяют на низовые, верховые и почвенные (подземные). *По скорости распространения* лесные пожары классифицируются на слабые, средние и сильные (низовые и верховые пожары делятся на беглые и устойчивые). Параметрами вышеуказанных пожаров являются: скорость распространения огня, высота пламени, температура, глубина прогорания (табл. 1.9).

Таблица 1.9

Параметры лесных пожаров

Параметр пожара	Низовой			Верховой			Почвенный		
	Слабый	Средний	Сильный	Слабый	Средний	Сильный	Слабый	Средний	Сильный
Скорость распространения огня, м/мин	1	1–3	>3	3	3–100	>100	—	—	—
Высота пламени, м	0,5	0,5–1,5	>1,5	—	—	—	—	—	—
Глубина прогорания, м	—	—	—	—	—	—	25	25–50	>50

Низовые пожары характеризуются горением травы, кустарников, нижней части деревьев. На начальном этапе развития практически все пожары являются низовыми и их переход в верховые и почвенные (подземные) возможен только при определенных условиях. В большинстве случаев температура горения низового пожара составляет около 700°C. Данные пожары в основном характерны для лиственных лесов.

Низовые беглые пожары в основном наблюдаются весной, так как в это время просыхает самый верхний слой лесной подстилки. Данные пожары распространяются с большой скоростью. Основное горение низовых беглых пожаров – пламенное.

Низовые устойчивые пожары возникают в середине лета, когда просыхает лесная подстилка. Вышеуказанные пожары распространяются медленно. Горение низовых устойчивых пожаров – беспламенное.

Верховые пожары охватывают кроны деревьев. Температура горения вышеуказанного пожара колеблется от 900°C до 1200°C. Верховые пожары в основном возникают в хвойных лесах. Основными факторами возникновения верховых пожаров являются засуха и сильный ветер.

Верховые устойчивые пожары характеризуются небольшой скоростью распространения. При вышеуказанных пожарах огонь перемещается от надпочвенного покрова до вершук деревьев сплошной стеной. Верховые устойчивые пожары образуют большую массу искр и воспламененного материала.

Верховые беглые пожары образуют длинные, вытянутые вперед языки пламени. Распространение огня осуществляется с большой скоростью, скачками.

Почвенные (подземные) пожары характеризуются такими понятиями, как торфяной лесной пожар и торфяной пожар.

Торфяной лесной пожар – это пожар торфяного слоя заболоченных и болотных почв.

Торфяной пожар – пожар торфяного болота, связанный с перегревом его поверхности солнечными лучами или в результате неосторожного обращения людей с огнем.

Возникновение подземных пожаров обычно связано с низовыми лесными пожарами. Почвенные пожары отмечаются во второй половине лета. Частота возникновения данных пожаров возрастает в засушливый период, когда просыхают слои торфа, находящиеся под лесом.

Торфяные пожары распространяются очень медленно, но их продолжительность колеблется от нескольких месяцев до нескольких

лет. Торфяные слои медленно прогорают на всю глубину залегания. Выгоревшие участки торфа опасны проваливанием в них людей, машин, домов.

Основное горение торфяных пожаров – беспламенное. Огонь при данных пожарах в большинстве случаев отсутствует. Для торфяных пожаров характерно выделение большого количества дыма. Оно может в сотни и даже тысячи раз превышать количество дыма, выделяемого лесным пожаром сравнимой площади. Значительная часть дыма накапливается в приземных слоях воздуха и в больших концентрациях может вести к увеличению смертности.

В сухую, жаркую и ветреную погоду торфяной пожар способен привести на соседних территориях к травяным и лесным пожарам. Температура горения торфа колеблется от 300 до 750°С.

Одним из основных параметров лесных пожаров является площадь распространения огня. Выделяют 6 видов пожаров в зависимости от площади распространения огня (табл. 1.10).

Таблица 1.10

Лесные пожары в зависимости от площади распространения огня

Вид пожара	Площадь лесного пожара	
	Га	м ² , км ²
Загорание	0,1–0,2	1000–2000 м ²
Малый пожар	0,2–2,0	2000–20000 м ²
Небольшой пожар	2,1–20	21000–200000 м ²
Средний пожар	21–200	210000 м ² –2 км ²
Крупный пожар	201–2000	2,01–20 км ²
Катастрофический пожар	Более 2000	более 20 км ²

В процентном соотношении лесные пожары распределены следующим образом: низовые пожары – 98%, верховые пожары – 1–2%, подземные (торфяные) пожары – 0,2–1%.

Выделяют также подземные пожары, возникающие в шахтах, на рудниках и т.д. Причиной данных пожаров являются как внешнее тепловое воздействие (неосторожное обращение с огнем, неисправность электрооборудования), так и самовозгорание угля.

Степные (полевые) пожары распространяются на открытой местности и связаны с возгоранием сухой травы или созревших хлебов. При возгорании хлебных посевов отмечается медленное распространение огня. По механизму распространения огня степной пожар

схож с низовым лесным пожаром, но скорость перемещения степного пожара больше. Это обусловлено большей горючестью сухих трав и большей скоростью ветра в степи.

Степные пожары отмечаются в конце весны, а также в конце лета и осени. Способствует возникновению данных пожаров сухая и жаркая погода.

Причинами степных пожаров могут быть грозы, неосторожное обращение с огнем, транспортные аварии, террористические акты.

Вышеуказанные пожары представляют серьезную опасность для экономики и окружающей среды. Полевые пожары уничтожают урожай, мелких животных и степных птиц. Выделяющийся при пожаре дым сильно загрязняет атмосферу. Кроме того, продукты горения, накапливаясь в приземном слое воздуха, могут привести к глобальным климатическим изменениям.

Биолого-социальные чрезвычайные ситуации включают различные инфекционные заболевания. Выделяют 3 вида инфекционных заболеваний в зависимости от их распространения среди живых организмов.

Инфекционные заболевания человека. Среди инфекционных заболеваний человека выделяют так называемые особо опасные (карантинные) инфекции. Особо опасные инфекции характеризуются: высокой степенью заразности (быстрым распространением, возникновением эпидемий), тяжелым течением заболевания, большой вероятностью летального исхода в течение непродолжительного времени.

Согласно Всемирной организации здравоохранения особо опасные инфекционные заболевания подразделяют на две группы:

Первая группа – это «болезни, которые носят необычный характер и могут оказать серьезное воздействие на организм человека»:

- натуральная оспа;
- полиомиелит;
- тяжелый острый респираторный синдром (ТОРС, Severe Acute Respiratory Syndrome или SARS, атипичная пневмония);
- птичий грипп.

Вторая группа – «болезни, которые оказывают серьезное воздействие на организм человека и быстро распространяются в международных масштабах». Такими заболеваниями являются:

- чума (легочная форма);
- холера;
- лихорадка Эбола;
- менингококковая болезнь.

На территории России и Беларуси к особо опасным инфекциям относят также сибирскую язву и туляремию.

Натуральная оспа – вирусное высококонтагиозное (высокозаразное) инфекционное заболевание.

Источником инфекции является человек. Основной путь заражения натуральной оспой – воздушно-капельный. Возможна также передача вируса при непосредственном контакте с кожей больного или инфицированными им предметами. Наиболее уязвимы к данному заболеванию дети в возрасте до четырех лет.

При натуральной оспе отмечается образование болезненных язв и кровоизлияний на коже и внутренних органах.

Возможными осложнениями данного заболевания являются: энцефалит (воспаление головного мозга), пневмония (воспаление легких), сепсис (заражение крови и тканей) и т.д.

В некоторые годы натуральная оспа уносила жизнь 10–12 млн человек ежегодно.

У людей, выживших после оспы, отмечается частичная или полная потеря зрения. Практически во всех случаях на коже в местах бывших язв остаются многочисленные рубцы.

У лиц, переболевших данным заболеванием, отмечается развитие стойкого иммунитета. Повторное заболевание возможно только у 0,1–1% людей.

В 1967 г. Всемирная организация здравоохранения принимает решение о введении массовой вакцинации с целью ликвидации натуральной оспы. На ассамблее ВОЗ в 1980 г. официально было объявлено об искоренении данного заболевания.

Полиомиелит – острая инфекционная болезнь, вызывающая поражение спинного мозга. Наибольшую опасность представляет паралитическая форма полиомиелита, на которую приходится 1% случаев.

Возбудителем данного заболевания является полиовирус. В большинстве случаев полиомиелит отмечается у детей в возрасте от 6 месяцев до 5 лет. Источник инфекции – человек, болеющий полиомиелитом или вирусоноситель, не имеющий симптомов данного заболевания. Передача вируса осуществляется через загрязненные фекалиями больного воду и продовольствие (фекально-оральный механизм передачи инфекции) или с инфицированной слюной во время чихания и кашля (воздушно-капельный путь передачи вируса).

Основные последствия полиомиелита – паралич нижних конечностей и дыхательных мышц.

В настоящее время по сравнению с 1988 г. заболеваемость снизилась на 99%. Благодаря вакцинации удалось предотвратить более 6 млн случаев паралитического полиомиелита.

Сегодня постоянное увеличение числа случаев полиомиелита вышеуказанной формы отмечается на территории 4 государств: Нигерия, Индия, Афганистан и Пакистан.

Тяжелый острый респираторный синдром (ТОРС, Severe Acute Respiratory Syndrome или SARS, «атипичная пневмония») – вирусное инфекционное заболевание, приводящее к поражению альвеолярного отдела легких и развитию острой дыхательной недостаточности.

Вирус данной болезни (коронавирус), кроме органов дыхания, способен вызвать поражение других органов и систем: сердца, печени, почек, кишечника, нервной системы и т.д.

Коронавирусы способны вызывать заболевания не только у людей, но и у животных. Выделяют три группы коронавирусов. К первой группе относят коронавирус человека (229E), а также коронавирусы свиней, кошек, собак. Ко второй группе – вирус гепатита мышей, коронавирус телят и человеческий коронавирус (OC43). В третью группу включают вирусы инфекционного бронхита птиц и кишечные коронавирусы человека.

Человек, болеющий ТОРС, является основным источником распространения инфекции. Источниками коронавируса могут быть также различные животные: птицы, грызуны, мелкие хищные животные (кошки, енотовидные собаки), крупный рогатый скот и т.д.

Основной механизм передачи вируса ТОРС – воздушно-капельный и воздушно-пылевой. Возбудитель данной болезни способен попадать в окружающую среду вместе с мочой, слюной и фекалиями больных.

Первые случаи заболевания ТОРС были выявлены в ноябре 2002 года на территории Китая. К апрелю 2003 г. эпидемия охватила 32 государства, расположенных на территории Азии, Европы, Северной и Южной Америки, Африки и Австралии. Эпидемия была остановлена к июлю 2003 года. С 2002 по 2003 год зарегистрировано 8465 случаев заболевания и 813 летальных исходов.

Птичий грипп (классическая чума птиц, куриный грипп) – острая вирусная инфекционная болезнь птиц, при которой отмечается поражение органов дыхания и пищеварения.

Возникновение данного заболевания связано с мутацией вируса гриппа А.

От вируса птичьего гриппа погибает 90% поголовья домашней птицы.

Источником распространения инфекции являются дикие водоплавающие птицы (лебеди, утки, гуси), выделяющие с фекалиями вирус в прудовую воду. Затем происходит заражение домашних водо-

плавающих и других птиц. В домашнем хозяйстве наиболее восприимчивыми к данной инфекции являются куры, индюки, утки.

От птиц вирус передается человеку. Основные пути передачи: воздушно-капельный, контактный. Заражение человека воздушно-капельным путем происходит при вдыхании слюны или капелек слизи больных птиц. Вирус проникает также в организм человека через органы дыхания с пылью, содержащей частички высохших фекалий домашней птицы. Контактный путь передачи вируса осуществляется при прикосновении к загрязненным слюной или пометом больных птиц предметам.

Вирус птичьего гриппа приводит к возникновению в организме человека различных синдромов: легочного, желудочно-кишечного и инфекционно-токсического. Наиболее высокий показатель смертности отмечается при легочном синдроме.

Передача вируса данного заболевания осуществляется только от птиц, а не от других людей. Таким образом, эпидемии среди людей пока не наблюдается. В случае заражения человека как обычным, так и птичьим гриппом может произойти мутация с образованием нового вируса. Вирус птичьего гриппа, обладающий новыми свойствами, способен передаваться от человека к человеку.

С 2003 по 2008 год в мире был зарегистрирован 361 случай заражения людей вирусом птичьего гриппа. За вышеуказанный период выявлено 227 смертельных случаев.

Чума – острое инфекционное заболевание, характеризующееся поражением кожи, лимфатических узлов и легких.

Возбудитель данного заболевания – бактерия чумная палочка. Источниками распространения чумы являются грызуны, обитающие в природной среде (сурки, суслики, полевки) и в городских условиях (крысы). Основными переносчиками чумной палочки являются блохи. Заражение человека происходит как при укусах блох, так и при втирании в кожу их экскрементов при расчесах.

В зависимости от преимущественной симптоматики выделяют несколько форм чумы: кожную (фурункулы, язвы), бубонную (воспаление лимфоузлов), септическую (тяжелая интоксикация, кровотечение из внутренних органов) и легочную.

Наиболее опасной для организма человека является *легочная форма* данной болезни. Легочная чума (чумная пневмония) – это заболевание, сопровождающееся тяжелой интоксикацией и образованием в легких множественных очагов воспаления.

Основной механизм передачи данной формы чумы – воздушно-капельный. Заболевание характеризуется распространением инфекции среди людей, очень быстрым течением и развитием тяжелых эпидемий. До применения противочумной вакцины смертность при легоч-

ной форме чумы достигала 98–99%. Сегодня при вышеуказанном заболевании число смертельных случаев составляет 5–10%.

Вспышка легочной чумы была зарегистрирована в Китае летом 2009 года. От данного заболевания умерло несколько человек.

Холера – это острое инфекционное заболевание, приводящее к поражению желудочно-кишечного тракта.

Возбудителем холеры является бактерия холерный вибрион. Основным источником инфекции являются люди. Возбудитель данного заболевания выделяется человеком во внешнюю среду в основном с фекалиями и в редких случаях с рвотными массами.

Основные пути распространения инфекции:

1. Водный. Заражение воды, прежде всего, связано с выделениями больных холерой. У таких больных отмечают латентные (скрытые) формы данной болезни. Заражать воду могут и выделения здоровых носителей возбудителя холеры.

2. Пищевой. Наличие холерных вибрионов в продуктах питания в основном связано с не обеззараженной водой. Кроме того, возбудители холеры могут быть занесены в продукты питания грязными руками или мухами.

Менингококковая болезнь – это бактериальная инфекция, сопровождающаяся поражением центральной нервной системы, сердечной мышцы, суставов.

Возбудитель данной болезни – менингококк. Больные люди и бактерионосители относятся к источнику инфекции. Основным путем передачи вышеуказанной бактерии – воздушно-капельный. Выделение возбудителя болезни происходит при разговоре, кашле и чихании.

Выделяют следующие формы менингококковой инфекции: пневмония, менингит (воспаление оболочек головного и спинного мозга), миокардит (воспаление сердечной мышцы, миокарда), артрит (поражение суставов). Тяжелым осложнением менингококковой болезни являются параличи и парезы (неполный паралич).

Распространению менингококковой болезни способствуют такие факторы, как антисанитария, скученность населения и тесный контакт между людьми (детский сад, школа, казарма и т.д.).

Чаще всего менингококковая инфекция регистрируется у детей и молодых людей до 30 лет. Тяжелее всего данная инфекция протекает у детей до 1 года и у взрослых старше 60 лет.

Из 300000 случаев менингококковой болезни, ежегодно регистрируемых во всем мире, 10% заканчиваются летальным исходом. Наибольшее распространение данного заболевания отмечается в Китае, странах Южной Америки и Центральной Африки (так называемый «менингитный пояс»).

Лихорадка Эбола – особо опасное инфекционное заболевание, относящееся к группе геморрагических лихорадок. Возникновение данного заболевания связано с вирусом Эбола. Название вируса происходит от реки Эбола в Центральной Африке, где впервые он был выявлен.

Основной источник инфекции – летучие мыши и обезьяны, обитающие в экваториальных лесах. В организм человека вирус Эбола попадает при контакте с кровью или иными жидкостями инфицированных животных. Вышеуказанный механизм передачи инфекции осуществляется следующим образом:

- употребление в пищу сырого или плохо проваренного мяса инфицированного животного;
- отлов, транспортировка и уход за приматами.

В дальнейшем распространение инфекции отмечается среди людей. Выделяют следующие пути передачи вируса Эбола: контактный, инъекционный и половой.

Контактный механизм осуществляется в основном при уходе за больными (контакт с их кровью и выделениями).

Инъекционное заражение возникает при использовании загрязненных медицинских инструментов (шприцы, иглы).

Распространение инфекции половым путем осуществляется при половых актах без презерватива. При этом вирус со спермой может передаваться от человека к человеку в течение семи недель после выздоровления. Передача инфекции при половых контактах отмечается в редких случаях.

Незначительные повреждения на кожном покрове и слизистых оболочках увеличивают риск заражения лихорадкой Эбола.

Вирус вышеуказанного заболевания в организме человека вызывает:

1. Некроз тканей в течение всей жизни и сильную интоксикацию организма.
2. Многочисленные наружные и внутренние кровотечения вследствие разрушения тромбоцитов.

В отличие от ВИЧ вирус Эбола практически мгновенно поражает иммунную систему человека.

Последняя эпидемическая вспышка лихорадки Эбола зарегистрирована в 2014–2015 годах на территории государств Центральной и Западной Африки. Единичные случаи данного заболевания выявлены на территории США, Великобритании, Испании и Италии.

Из 27748 случаев заболевания лихорадкой Эбола, зафиксированных в 2014–2015 годах, 11279 составляют смертельные случаи.

Инфекционные болезни животных

Ящур – высококонтагиозная вирусная болезнь диких и домашних животных. Характеризуется интоксикацией, а также пузырьково-язвенным поражением слизистых оболочек ротовой полости и кожи конечностей.

Среди диких животных к ящуру восприимчивы: кабаны, лоси, косули, олени. Из домашних животных наиболее чувствительны к данному заболеванию свиньи, овцы, козы, крупный рогатый скот.

Возбудитель ящура выделяется в окружающую среду вместе с молоком, слюной, мочой и калом больных животных. Инфицирование здоровых животных осуществляется при приеме воды или молока, поедании зараженных кормов и пищевых отходов, через воздух и т.д.

Ежегодно в мире заболеваемость охватывает от 10 до 80 стран. Заболеваемость ящуром в форме эпизоотии зарегистрирована в 2001 г. на территории Великобритании и Нидерландов. Только в Великобритании экономический ущерб от эпизоотии ящуром составил около 12 млрд долларов США.

Экономические потери от данного заболевания в десятки раз превышают потери от наводнения, урагана или землетрясения. Например, на Тайване в 1997 г., где было выявлено свыше 6 тыс. ящурных очагов и уничтожено более 4 млн свиней, экономический ущерб составил около 10 млрд долларов.

Возбудитель инфекции представляет опасность и для организма человека. Заражение людей в основном происходит при употреблении сырого молока больных животных.

Существуют и другие пути передачи ящура, например, контактный и воздушно-капельный. Контактный механизм передачи инфекции осуществляется при уходе, доении или убое больных животных. Возбудитель ящура проникает в организм человека через поврежденную кожу и слизистые оболочки. Воздушно-капельный путь передачи вируса отмечается при кашле или дыхании животных.

В отличие от взрослых, дети более восприимчивы к ящуру. Как и у животных, данное заболевание приводит к образованию язв. К основным осложнениям ящура относят гастроэнтерит и бронхопневмонию. В некоторых случаях заболевание приводит к летальному исходу. Среди людей инфекция не имеет распространения.

Болезнь Ньюкасла – высококонтагиозное вирусное заболевание птиц. Данная болезнь была впервые зарегистрирована на острове Ява (Индонезия) в 1926 г. В 1927 году заболевание выявлено в окрестностях г. Ньюкасла (Англия).

Характеризуется поражением центральной нервной системы (энцефалит), органов дыхания (пневмония) и пищеварительной системы (энтерит). Данное заболевание приводит к возникновению множе-

ственных точечных кровоизлияний внутренних органов, парезов и параличей.

В большинстве случаев болезнь Ньюкасла возникает у птиц из отряда куриных (куры, индейки, павлины, фазаны и т.д.). Зарегистрированы случаи заболевания отдельных видов птиц, таких как голуби, воробьи, сороки, попугаи и т.д.

Основным источником распространения инфекции является больная птица. К факторам передачи возбудителя болезни Ньюкасла относят:

1. Воздух, выдыхаемый инфицированной птицей.
2. Птицепродукты и сырье (яйца, мясо, перо, пух, подстилка, корм, вода).
3. Загрязненные выделениями больной птицы инвентарь, транспортные средства, одежда и обувь работников птицеферм.

Существует вероятность заражения человека при контакте с инфицированной птицей. Вирус Ньюкасла не представляет опасности для людей. В организме человека заболевание протекает в виде гриппоподобных симптомов и легкого конъюнктивита.

В 2001 г. более чем в 58 странах мира было выявлено 3183 очага ньюкаслской болезни. В России вспышки данного заболевания были зарегистрированы в 2000–2003 гг. Болезнь Ньюкасла на территории Российской Федерации относится к контролируемым инфекциям.

В начале XX века заболевание носило характер эпизоотии. В настоящее время болезнь Ньюкасла в большинстве случаев проявляется в виде эпизоотических (приуроченных к определенной местности, хозяйству) вспышек.

Заболелаемость птицы, особенно цыплят, составляет 100%. Летальность колеблется от 40 до 90%. У выздоровевших цыплят отмечается медленный рост. Проведение жестких карантинных мероприятий и уничтожение больной птицы приводят к значительному экономическому ущербу.

Классическая чума свиней – высококонтагиозное вирусное заболевание домашних и диких свиней всех пород и возрастных групп.

Данная инфекция вызывает поражение кроветворных органов, легких и толстого отдела кишечника.

Источник чумы – больное животное, выделяющее возбудителя инфекции вместе с истечением из глаз, носа, мочой и фекалиями. Основными факторами распространения инфекции являются: вода, корм, подстилка, навоз, одежда обслуживающего персонала, транспорт. Совместное содержание больных и здоровых животных, общее кормление и водопой способствуют быстрому распространению заболевания.

В большинстве случаев заражение свиней происходит через желудочно-кишечный тракт и органы дыхания. Реже отмечается инфицирование здоровых животных через поврежденную кожу.

Заболееваемость свиней чумой составляет 95–100%. Коэффициент летальности колеблется от 60 до 100%.

Классическая чума свиней наносит свиноводству большой экономический ущерб. Все поголовье неблагополучных по данному заболеванию ферм подлежит уничтожению.

Условия содержания животных оказывают влияние на тяжесть течения и скорость распространения заболевания. Наиболее остро чума протекает в тех хозяйствах, где отмечается кормление свиней кормами с низким содержанием микроэлементов и витаминов. В хозяйствах, где животные содержатся скученно, большими группами отмечается быстрое распространение инфекции.

Классическая чума свиней протекает в форме эпизоотии. Данное заболевание регистрируется во всех странах. В 2008–2011 гг. на территории России было выявлено 8 областей неблагополучных по классической чуме.

Классическая чума свиней не представляет опасности для людей. Человек может быть вирусоносителем, но при этом признаков болезни у него не наблюдается.

Массовое поражение растений болезнями и вредителями.

Желтая ржавчина пшеницы – вредоносное и широко распространенное грибковое заболевание пшеницы.

Кроме данного растения грибковая инфекция поражает также ячмень, рожь и другие виды злаков.

Основным признаком желтой ржавчины пшеницы является образование светло-желтых продолговатых полос на надземных частях растений (листья, стебли, зерна). Данное заболевание регистрируется при температуре 1–20°C. Наиболее интенсивно желтая ржавчина пшеницы протекает при температуре от 10 до 16°C. У растений при воздействии грибковой инфекции отмечаются следующие изменения: усыхание листьев, щуплость зерна и т.д. Потери урожая колеблются от 10 до 100%.

Желтая ржавчина пшеницы отмечается в странах Северной Африки, Центральной Азии, Прибалтики, а также на территории России, Украины и Белоруссии.

Фитофтороз картофеля – одно из самых распространенных и опасных грибковых заболеваний картофеля.

Данная инфекция распространена и среди таких растений, как томат, перец, баклажан, гречиха, земляника.

Отмечается поражение всех надземных органов и клубней картофеля. На листьях наблюдаются бурые пятна, а на стеблях – темно-

коричневые полосы. В дальнейшем пятна и полосы гниют или засыхают. На клубнях также отмечаются темные участки, которые гниют и разлагаются. Развитие фитофтороза протекает при температуре от 1,5 до 30°C и высокой влажности (75–90%).

Ежегодно во всех странах мира данное заболевание приводит к огромному экономическому ущербу. Потери урожая достигают 70%.

Колорадский жук – это насекомое, относящееся к группе самых опасных вредителей сельского хозяйства. Основной пищей колорадского жука является картофель. Насекомое поедает данное растение начиная от листьев и заканчивая клубнями. Кроме того колорадский жук питается листьями и зелеными побегами томатов, баклажан, сладкого перца, табака. Данное насекомое уничтожает от 20 до 70% урожая картофеля. Иногда потери урожая составляют 100%.

Колорадский жук обитает в странах Северной Америки и Европы. Исключение составляют Великобритания и Скандинавские страны.

Воздействие природных чрезвычайных ситуаций на человека и окружающую среду определяется опасными (поражающими) факторами (табл. 1.11).

Таблица 1.11

Опасные (поражающие) факторы природных чрезвычайных ситуаций

Природная ЧС	Опасный фактор природной ЧС	Характеристика проявления опасного фактора
Гидрологическая	гидродинамический	Поток воды, подъем уровня воды, давление потока воды
Метеорологическая	аэродинамический	Ветровой поток, аэродинамическое давление
	тепловой	Охлаждение, нагревание почвы, воздуха
Геологическая	сейсмический	Извержение вулкана, цунами, гравитационное смещение горных пород
Природные пожары	теплофизический	Пламя, опасный дым
	химический	Загрязнение атмосферы, почвы, гидросферы

Рекомендации по действиям граждан при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций природного характера.

Действия граждан при наводнениях. Если на улице наблюдается подъем воды, необходимо покинуть квартиры, находящиеся на первом этаже и подняться на верхние этажи (в одноэтажных домах следует занять чердачные помещения). Попав в воду, следует использовать плавающие или возвышающиеся над водой предметы.

Правила поведения при сильных ветрах (бурях, ураганах, смерчах). В доме необходимо закрыть окна и двери, выключить электричество. Следует подготовить фонари, запасы продовольствия и воды. Не рекомендуется находиться возле окон. Если сильный ветер застал на улице, необходимо найти надежное укрытие.

При лесных пожарах. При тушении небольшого пожара можно использовать воду, влажный грунт, плотную ткань, мокрую одежду. Если очаг возгорания ликвидировать не удалось, то следует покинуть зону пожара. При передвижении в горящем лесу необходимо пригнуться к земле, дышать через мокрую ткань или задержать дыхание. После выхода из зоны возгорания нужно сообщить о пожаре в администрацию района или пожарную службу.

3. Природные чрезвычайные ситуации, характерные для Республики Беларусь

К основным природным чрезвычайным ситуациям на территории Республики Беларусь относят опасные гидрологические, метеорологические явления и природные пожары.

Опасные гидрологические явления представлены сильными паводками в бассейне реки Припять. В зоне паводков находятся 4 района Гомельской и Брестской областей (табл. 1.12).

Существует вероятность затопления некоторых населенных пунктов при разливе рек Западная Двина и Неман.

Таблица 1.12

Районы Брестской и Гомельской областей, находящиеся в зоне паводков

Область	Район	Количество населенных пунктов
Брестская	Столинский, Лунинецкий, Ивановский, Пинский	50
Гомельская	Житковичский, Петриковский, Мозырьский, Лельчицкий	80

Опасные метеорологические явления включают в себя: сильные ветра, ливневые осадки, засуху.

Установлено, что с 1989 года на территории Беларуси среднегодовая температура превышает климатическую норму. В 2015 году в Республике Беларусь средняя температура воздуха составила +8,5°C (на 2,7°C выше климатической нормы). Изменение климата приводит к увеличению случаев опасных метеорологических явлений.

Практически на всей территории Республики Беларусь отмечаются сильные ветра и ливневые осадки. Наиболее сильные ветра (бури, ураганы) зарегистрированы в 1955, 1971, 1997 и 2004 гг. На территории Беларуси отмечается и такое природное явление, как смерч. С 1844 по 1953 г. было выявлено 33 смерча. В настоящее время регистрируется в среднем 1–2 смерча в год.

Засуха может наблюдаться практически на всей территории Беларуси. Наиболее часто данное явление регистрируется в западной, центральной и юго-восточной частях территории республики. Изменения в атмосфере, связанные с засухой, зарегистрированы в 1992, 1994, 1999, 2002 и 2010 гг.

Природные пожары. Наиболее часто на территории Республики Беларусь отмечаются лесные и торфяные пожары. В редких случаях регистрируются полевые пожары (возгорание созревших хлебов). В Республике Беларусь выделены территории с повышенной опасностью возникновения лесных пожаров (табл. 1.13).

Таблица 1.13

Территории Республики Беларусь, характеризующиеся повышенной опасностью возникновения лесных пожаров

Область	Район
Брестская	Брестский, Кобринский
Витебская	Полоцкий
Гомельская	Гомельский, Лельчицкий, Мозырский
Гродненская	Гродненский, Лидский, Новогрудский
Минская	Минский
Могилевская	Бобруйский, Могилевский

К территориям с высокой степенью опасности возникновения торфяных пожаров относят 6 районов Брестской области и 3 района Минской области (табл. 1.14).

Таблица 1.14

Территории Республики Беларусь, с высокой степенью опасности возникновения торфяных пожаров

Область	Район
Брестская	Барановичский, Ганцевичский, Кобринский, Лунинецкий, Пинский, Столинский
Минская	Минский, Пуховичский, Солигорский

Опасные геологические явления на территории Республики Беларусь включают местные очаги сейсмических колебаний и отголоски карпатских землетрясений. Так как республика расположена в устойчивой (платформенной области), местные очаги сейсмических колебаний немногочисленны и проявляются силой до 4–6 баллов. В мае 1978 г. данные землетрясения были зарегистрированы в районе Солигорска. Характерной особенностью местных землетрясений являются неглубокое залегание очага и незначительное распространение. На территории Беларуси карпатские землетрясения силой 3–5 баллов выявлены в 1940, 1977, 1986 и 1990 гг.

Биологическая опасность связана с инфекционными заболеваниями человека, животных и растений. На территории Республики Беларусь наиболее распространены природные очаги сибирской язвы и бешенства. Опасность массового распространения данных заболеваний среди животных и людей существует в четырех областях Беларуси (табл. 1.15).

Таблица 1.15

Распространенность сибирской язвы и бешенства на территории Беларуси

Область	Район
Витебская	Дубровенский, Лиозненский, Докшицкий, Глубокский
Брестская	Столинский, Ивановский, Пинский
Гродненская	Волковысский, Ошмянский
Могилевская	Быховский, Мстиславльский

Сибирская язва – особо опасное инфекционное заболевание, вызывающее поражение кожи, лимфоузлов и внутренних органов. Возбудителем данного заболевания является бацилла (палочковидная бактерия). Сибирская язва отмечается у животных всех видов и у че-

ловека. Основным источником распространения инфекции – больные животные (козы, крупный рогатый скот, лошади). Возбудитель сибирской язвы проникает в организм человека при уходе за больными животными, убое скота и обработке мяса. Летальность составляет 10–95%.

Бешенство – особо опасное вирусное заболевание, характеризующееся тяжелым поражением нервной системы. У человека и животных наблюдается воспаление головного мозга (специфический энцефалит). Заражение человека происходит при укусе или попадании слюны животных на поврежденную кожу. Летальность – 99,9%. Выделяют 2 типа бешенства: природный (волк, лисица) и городской (собаки, кошки, сельскохозяйственные животные).

На территории Беларуси существует и опасность заражения **чумой**. Основным связующим звеном в передаче данного заболевания от диких грызунов к человеку могут стать крысы.

На территории республики отмечается массовое поражение сельскохозяйственных растений **фитофторой**. Наиболее распространена данная заболеваемость в Гродненской, Брестской и Гомельской областях.

Возникновение очагов инфекционных заболеваний в Беларуси может привести к снижению производства сельскохозяйственной продукции на 10%.

4. Чрезвычайные ситуации техногенного характера

Техногенная чрезвычайная ситуация – это состояние, при котором в результате возникновения техногенной ЧС на определенной территории возникает угроза жизни и здоровью людей, наносится ущерб народному хозяйству и окружающей среде.

Авария – опасное техногенное происшествие, создающее на объекте или определенной территории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, транспортных средств, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде. Крупная авария, сопровождающаяся человеческими жертвами, называется **катастрофой**.

Техногенные ЧС классифицируют по месту их возникновения (ведомственной принадлежности) и по характеру опасных (поражающих) факторов источника чрезвычайной ситуации (рис. 1.13).



Рис. 1.13. Классификация техногенных чрезвычайных ситуаций

Техногенная опасность на территории Республики Беларусь связана с наличием различных промышленных объектов (пожаро взрывоопасных, химически опасных, радиационно опасных) и транспортных средств.

Промышленные объекты. Пожаровзрывоопасный объект (ПВОО) – это объект, на котором производят, используют, хранят или транспортируют пожаровзрывоопасные и легковоспламеняющиеся вещества.

На территории Беларуси зарегистрировано 566 ПВОО (табл. 1.16).

Таблица 1.16

Пожаровзрывоопасные объекты на территории Беларуси

Объект	Количество
Нефтебазы и склады с запасами горюче-смазочных материалов	96
Базы и склады Министерства обороны	92
Объекты, содержащие пожароопасные вещества и материалы	90
Льнозаводы	52
Зернохранилища	48
Объекты деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности	41
Предприятия по добыче и переработке торфа	39
Предприятия тепловой энергетики	39
Объекты, содержащие взрывопожароопасные вещества	37
Предприятия газового хозяйства	32

Химически опасный объект (ХОО) – объект, на котором хранят, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на котором может произойти гибель или химическое заражение людей, животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды.

В Республике Беларусь имеется более 500 химически опасных объектов. На данных объектах содержится более 40 тыс. тонн химически опасных веществ, в том числе 26 тыс. тонн аммиака.

На территории Беларуси выделяют 10 химически опасных районов (табл. 1.17).

Таблица 1.17

Химически опасные районы в Республике Беларусь

Область	Химически опасный район
Витебская	Полоцкий
Гродненская	Гродненский
Минская	Молодечненский, Червенский, Клецкий, Крупский
Гомельская	Хойникский, Буда-Кошелевский, Житковичский, Петриковский

Радиационно опасный объект – объект, на котором хранят, используют или транспортируют радиоактивные вещества, при аварии на котором может произойти радиоактивное загрязнение людей, животных и растений, объектов народного хозяйства, а также природной среды.

На территории Республики Беларусь находится более 1000 предприятий и учреждений, которые используют радиоактивные вещества. Кроме того, в непосредственной близости от границ Беларуси имеются 4 атомные электростанции:

- Игналинская АЭС (Литва) – 7 км от границы. Объект остановлен 31 декабря 2009 года.
- Чернобыльская АЭС (Украина) – 10 км от границы. 15 декабря 2000 года атомная станция остановлена.
- Ровенская АЭС (Украина) – 65 км от границы. В случае аварии в зоне радиоактивного загрязнения может оказаться территория Брестской области.
- Смоленская АЭС (Россия) – 75 км от границы. В случае аварии 4 района Могилевской области могут оказаться радиоактивно загрязненными (рис. 1.14).

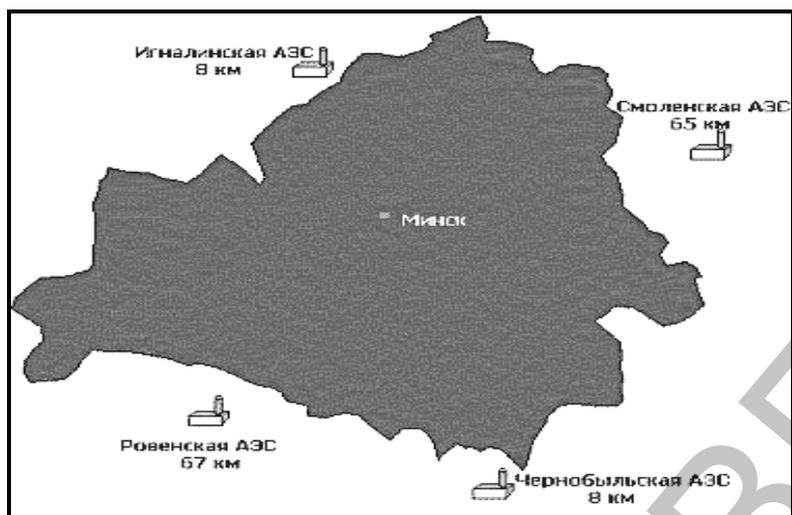


Рис. 1.14. Радиационно опасные объекты вблизи границ Беларуси

Транспортные средства. В Республике Беларусь техногенная опасность определяется такими видами транспорта, как автомобильный, железнодорожный и трубопроводный.

Автомобильный транспорт. На территории Беларуси с 2012 по 2016 год зарегистрировано более 22 тыс. дорожно-транспортных происшествий (4 тыс. ДТП в год), в которых погибло около 4 тыс. человек (800 человек в год) и свыше 23 тыс. получили ранения (5 тыс. человек в год).

Железнодорожный транспорт. Ежемесячно через территорию республики перевозится до 1000 цистерн с горючей жидкостью.

Трубопроводный транспорт. В Республике Беларусь общая протяженность нефтепроводов, газопроводов и продуктопроводов составляет около 11 тыс. км. Трубопроводы во многих местах пересекают автомобильные и железные дороги. Вблизи трубопроводов находится более 600 населенных пунктов.

Лекция 3. Обеспечение пожарной безопасности на объектах производственного и гражданского назначения

1. Законодательство Республики Беларусь в области пожарной безопасности. Понятие о пожарной безопасности.

2. Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

3. Обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации бытовых электроприборов. Предупреждение пожара и взрыва при эксплуатации бытового газового оборудования.

1. Законодательство Республики Беларусь в области пожарной безопасности. Понятие о пожарной безопасности

Деятельность по обеспечению пожарной безопасности регламентируется следующими документами:

1. Закон Республики Беларусь от 15 июня 1993 г. № 2403-ХП (ред. от 04.01.2014 № 130-3) «О пожарной безопасности».

2. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 14 марта 2014 г. № 3 (ред. от 25.02.2016 № 14) «Об утверждении Правил пожарной безопасности Республики Беларусь. ППБ 01-2014».

3. СТБ 11.0.02-95. Система стандартов пожарной безопасности. Пожарная безопасность.

В Законе Республики Беларусь «О пожарной безопасности» определены:

1. Система пожарной безопасности.
2. Правовое регулирование деятельности по обеспечению пожарной безопасности.
3. Государственное управление в области обеспечения пожарной безопасности.
4. Надзор и контроль в области обеспечения пожарной безопасности.
5. Система противопожарного нормирования и стандартизации.
6. Информирование населения о пожарах и вопросах пожарной безопасности.
7. Тушение пожаров.
8. Обязанности республиканских органов государственного управления, руководителей организаций, работников и граждан.
9. Обучение мерам пожарной безопасности.
10. Права и обязанности органов государственного пожарного надзора.

Пожар – неконтролируемое горение, приводящее к ущербу.

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором обеспечивается защита людей и материальных ценностей от воздействия опасных факторов пожара.

Пожарная безопасность включает систему предотвращения пожара и противопожарную защиту.

Система предотвращения пожара – комплекс мероприятий и средств, направленных на предупреждение возникновения пожара.

Противопожарная защита – комплекс мероприятий, средств и сил, направленных на предотвращение и обеспечение тушения пожара, а также на защиту людей и материальных ценностей от воздействия его опасных факторов.

Основными требованиями к обеспечению противопожарной защиты являются:

1. Требования по ограничению образования горючей среды и предупреждению образования источников зажигания в данной среде.
2. Требования по безопасной эксплуатации технологического оборудования, вентиляции и отопления.

Административная и уголовная ответственность за нарушение законодательства в области пожарной безопасности.

Административная ответственность определяется Кодексом об административных правонарушениях Республики Беларусь (КоАП РБ). **Правонарушения и меры административной ответственности:**

1. Нарушение законодательства о пожарной безопасности, в том числе требований технических нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации, – влечет предупреждение или наложение штрафа в размере до тридцати базовых величин, а на юридическое лицо – до двухсот базовых величин (статья 23.56 часть 1 КоАП РБ).

2. Нарушение правил пожарной безопасности лицом, ответственным за выполнение данных правил, приведшее к возникновению пожара, – влечет наложение штрафа в размере от тридцати до пятидесяти базовых величин (статья 23.56 часть 2 КоАП РБ).

Уголовная ответственность устанавливается Уголовным кодексом Республики Беларусь (УК РБ). **Правонарушения и меры уголовной ответственности к лицам, ответственным за выполнение правил пожарной безопасности:**

1. Нарушение правил пожарной безопасности, приведшее к возникновению пожара, совершенное в течение года после наложения административного взыскания за нарушение данных правил, – наказывается штрафом, исправительными работами на срок до одного года, арестом на срок до трех месяцев с лишением или без лишения права занимать определенные должности (статья 304 часть 1 УК РБ).

2. Нарушение правил пожарной безопасности, повлекшее возникновение пожара, причинившего телесное повреждение либо ущерб в крупном размере, – наказывается исправительными работами (срок до двух лет), арестом (срок до шести месяцев), ограничением или лишением свободы (срок до трех лет) с лишением или без лишения права занимать определенные должности (статья 304 часть 2 УК РБ).

3. Деяние, предусмотренное статьей 304 частью 2 УК РБ, повлекшее смерть человека либо причинение тяжкого телесного повреждения двум или более лицам, – наказывается лишением свободы на срок до семи лет с лишением или без лишения права занимать определенные должности (статья 304 часть 3 УК РБ).

2. Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Организационно-технические мероприятия включают обязанности руководителей, работников организаций и граждан в области пожарной безопасности.

Обязанности руководителя объекта:

1. Обеспечение контроля выполнения Закона Республики Беларусь «О пожарной безопасности» и требований пожарной безопасности.

2. Организация разработки инструкций по пожарной безопасности.

3. Организация работы по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара.

4. Создание системы обучения требованиям пожарной безопасности и организация подготовки работников пожарно-техническому минимуму (ПТМ).

5. Назначение лиц, ответственных за исправное техническое состояние и эксплуатацию технологического оборудования, вентиляционных и отопительных систем, средств связи и оповещения, технических средств противопожарной защиты (ТСПЗ), а также за пожарную безопасность подразделений объекта.

6. Распределение обязанностей среди работников на случай возникновения пожара. Создание добровольных пожарных дружин (ДПД), пожарно-технических комиссий (ПТК) и организация их работы.

7. Организация безопасного проведения пожароопасных работ.

8. Организация проведения мероприятий по недопущению образования очагов загораний и принятие мер по их ликвидации.

9. Принятие мер по установлению причин, приведших к возникновению пожара, и выполнение мероприятий по их исключению в дальнейшем.

10. Организация разработки паспорта пожарной безопасности.

11. Организация информирования работников о состоянии пожарной безопасности и о риске возникновения пожара.

12. Организация наличия стендов с информацией о пожарной безопасности.

Обязанности руководителей структурных подразделений объекта:

1. Знание пожарной опасности объекта и мер по обеспечению его пожарной безопасности.

2. Обеспечение содержания в технически исправном состоянии зданий, оборудования, ТСПЗ, первичных средств пожаротушения,

средств связи, транспортных средств, а также принятие мер для устранения нарушений противопожарных требований.

3. Принятие мер по обеспечению эвакуации людей и остановке оборудования при возникновении инцидентов, способных привести к пожару.

4. Немедленное сообщение вышестоящему руководству обо всех нарушениях противопожарных требований и неисправностях пожарной техники.

5. Обеспечение проведения обучения и подготовки подчиненных работников по программе пожарно-технического минимума (ПТМ).

6. Запрет допуска к работе подчиненных работников, не прошедших обучение по пожарной безопасности и подготовку по программе ПТМ.

7. Обеспечение соблюдения на объекте установленного 62-го противопожарного режима.

8. Обеспечение исправного содержания ТСППЗ и организация обучения рабочих порядку применения данных средств.

9. Обеспечение подготовки действия ДПД при пожаре.

Обязанности работников объекта и граждан:

1. Знание и выполнение требований пожарной безопасности на объекте и в быту.

2. Умение применять первичные средства пожаротушения.

3. Знание пожарной опасности, а также правил безопасной эксплуатации, хранения и транспортировки применяемых веществ и материалов.

Планирование мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Программы экономического и социального развития на различных уровнях (населенный пункт, город, область, республика) предусматривают мероприятия по обеспечению пожарной безопасности и развитие материально-технической базы ГСЧС.

Обучение должностных лиц, работников и граждан правилам пожарной безопасности. Изучение требований пожарной безопасности и обучение действиям при возникновении пожара является обязательным для учреждений системы образования, а также профессиональной подготовки и иных организаций.

В учебных заведениях республиканских органов государственного управления осуществляется разработка и выполнение программ обучения, подготовка литературы по вопросам пожарной безопасности.

Пожарно-технический минимум (ПТМ) – система знаний, умений и навыков, позволяющая работнику организации осуществлять мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Цели подготовки по программе ПТМ:

1. Повышение общих технических знаний по пожарной безопасности работников организации и ознакомление их с правилами пожарной безопасности.

2. Детальное изучение работниками организации порядка использования первичных средств пожаротушения и технических средств противопожарной защиты.

Обязательной подготовке по программе ПТМ подлежат:

- работники организации, ответственные за обеспечение пожарной безопасности;
- работники, выполняющие обязанности по проведению противопожарного инструктажа;
- работники, осуществляющие эксплуатацию устройств и агрегатов, работающих на различных видах топлива;
- работники, выполняющие обязанности по подготовке или проведению огневых работ;
- исполнители огневых работ;
- работники, профессиональная деятельность которых связана с хранением, перемещением, применением легковоспламеняющихся веществ и материалов;
- лица, привлекаемые к уборке урожая зерновых культур;
- представители добровольных пожарных дружин, добровольных пожарных команд, пожарно-технических комиссий.

Противопожарный режим – это комплекс профилактических мероприятий при выполнении работ на объекте.

К профилактическим мероприятиям относят:

- установление порядка прохождения пожарно-технического минимума и противопожарного инструктажа;
- установление порядка действий работников при обнаружении пожара;
- определение мест и предельного количества находящихся в производственных помещениях сырья и готовой продукции;
- регламентирование порядка проведения огневых работ;
- оборудование мест, предназначенных для курения;
- определение порядка отключения электрооборудования после окончания работы;
- установление порядка уборки горючих отходов и хранения промасленной рабочей спецодежды;
- регламентирование порядка осмотра и закрытия производственных помещений по окончании рабочего дня;

3. Обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации бытовых электроприборов. Предупреждение пожара и взрыва при эксплуатации бытового газового оборудования

Меры пожарной безопасности при эксплуатации бытовых электроприборов:

- внимательное изучение инструкции по эксплуатации электроприбора перед его использованием;
- использование сетевых фильтров для предупреждения возгорания электроприборов из-за перепадов напряжения в сети;
- установка электронагревательных приборов (утюг, электроплитка) на несгораемую поверхность;
- регулярное удаление пыли с задней стенки холодильника для нормальной работы теплообменника.

Кроме того, запрещается:

- включать в сеть большое количество электрических приборов;
- оставлять без присмотра бытовые приборы, включенные в электросеть;
- эксплуатировать провода с поврежденной изоляцией;
- использовать самодельные электроприборы для отопления, сушки и приготовления пищи;
- располагать легковоспламеняющиеся материалы рядом с электроприборами (телевизор, холодильник и т.п.) (рис. 1.15).



Рис. 1.15. Правила безопасности при использовании бытовых электроприборов

При эксплуатации бытового газового оборудования запрещается:

- оставлять без присмотра работающую газовую плиту;
- допускать детей к пользованию газовым оборудованием;
- использовать газовые приборы для сушки вещей и обогрева помещения;
- делать перепланировку помещения, в котором находится газовое оборудование, без согласования с газоснабжающей организацией;
- хранить баллоны со сжиженным газом (пропан, бутан) в жилом помещении;
- самостоятельно производить замену баллонов и ремонт газового оборудования.

При обнаружении запаха газа в помещении необходимо:

- перекрыть кран на газовой плите или вентиль баллона;
- открыть окна для проветривания помещений;
- исключить использование различных источников зажигания (открытый огонь, бытовые приборы, электроосвещение);
- защищать органы дыхания влажной тканью во избежание отравления и покинуть помещение (рис 1.16).



Рис. 1.16. Правила безопасности при использовании бытового газового оборудования

Лекция 4. Обеспечение безопасности и порядок действий граждан при пожарах в зданиях

1. Условия, способствующие возникновению пожаров в жилищном фонде. Основные причины возникновения пожаров на объектах производственного и гражданского назначения. Опасные факторы пожара.

2. Назначение технических средств противопожарной защиты. Первичные средства пожаротушения.

3. Порядок действий руководителей и граждан при возникновении пожара в зданиях. Особенности поведения при пожаре в многоэтажных зданиях (правила эвакуации, подручные средства защиты кожи и дыхательных путей, меры безопасности при нахождении в задымленных помещениях).

1. Условия, способствующие возникновению пожаров в жилищном фонде. Основные причины возникновения пожаров на объектах производственного и гражданского назначения. Опасные факторы пожара

В среднем на территории Республики Беларусь ежегодно происходит около 11000 пожаров, на которых погибает более 1000 человек.

Условия, способствующие возникновению пожаров в жилищном фонде, создаются наличием горючей среды и источников зажигания.

Горючая среда – это внешняя среда, воспламеняющаяся при соприкосновении с источником зажигания.

Горючая среда включает:

1. Предметы интерьера и быта (мебель, ковровые покрытия, бытовая техника и пр.).

2. Различные материалы (строительные, отделочные, облицовочные и др.).

3. Легковоспламеняющиеся жидкости (бензин, ацетон, керосин и т.д.), газовые баллоны, предметы бытовой химии.

Источник зажигания – это средство, которое при длительном воздействии на внешнюю среду способно вызвать горение.

К основным источникам зажигания относят:

1. Открытый огонь (зажженная спичка, рабочая конфорка газовой плиты, не потушенная папироса).

2. Тепло от водонагревательных приборов или электрических обогревателей.

3. Перегрузка или неисправность различных электрических приборов.

Основные причины возникновения пожаров на объектах производственного и гражданского назначения:

- шалость детей с огнем – 6%;
- неустановленные причины – 7%;
- поджоги – 10%;
- нарушение правил пожарной безопасности при эксплуатации электрооборудования – 18%;
- нарушение правил устройства и эксплуатации теплогенерирующих устройств и агрегатов (печное отопление, газовое оборудование и т.д.) – 19%;
- неосторожное обращение с огнем (неосторожность при курении) – 40%.

Опасные факторы пожара – это факторы пожара, воздействие которых приводит к травме или гибели человека, а также к материальному ущербу и загрязнению окружающей среды.

Опасные факторы пожара делятся на первичные и вторичные. **К первичным факторам пожара относятся:** пламя и высокая температура, дым и токсичные продукты горения, пониженное содержание кислорода.

Пламя и высокая температура. Пламя – раскаленная газообразная среда, сопровождающаяся «свечением» и выделением тепла. Во время пожара температура пламени может достигать 1500°C.

Тепловое излучение пламени способствует распространению пожара на десятки метров. В зоне теплового воздействия температура воздуха составляет 60–80°C. Даже при кратковременном воздействии данной температуры у человека наблюдаются ожоги кожи и дыхательных путей.

Мощные восходящие тепловые потоки способны переносить на значительное расстояние искры, создавая новые очаги возгорания.

Дым и токсичные продукты горения. Дым – это смесь различных продуктов горения, в том числе и токсичных соединений.

Токсичные продукты горения возникают при пожарах в современных зданиях, в которых имеется большое количество полимерных и синтетических материалов. Так при горении поролон выделяется синильная кислота, линолеума – сероводород и т.п.

Наиболее опасным из токсичных соединений является угарный газ или оксид углерода (СО). Данное вещество связывается с гемогло-

бином крови в 200–300 быстрее, чем кислород, и вызывает кислородное голодание. При этом отмечают: головная боль, головокружение, боли в груди, сухой кашель, судороги, остановка дыхания и смерть. Смерть может наступить в результате 2–3 вдохов в течение 1–3 минут.

Пониженное содержание кислорода. При пожаре кислород расходуется на горение различных веществ. Продукты горения, содержащиеся во взвешенном состоянии газообразные и твердые частицы, смешиваются с воздухом. В связи с этим концентрация кислорода снижается.

Содержание данного вещества в атмосфере составляет 21%. В начальной стадии пожара концентрация кислорода уменьшается до 16%. Установлено, что уже при 17% содержания вышеуказанного вещества в воздухе происходят ухудшение двигательных функций, нарушение внимания и мышления. При концентрации кислорода менее 6% смерть наступает в течение 6–8 минут.

Вторичными факторами пожара являются:

- взрывы;
- осколки и обломки строительных конструкций и оборудования;
- электрический ток, возникший вследствие потери изоляции токонесущих частей механизмов.

При пожарах примерно 73% людей погибают от воздействия токсичных продуктов горения, около 20% – от действия высоких температур, примерно 5% – от пониженной концентрации кислорода и около 2% – от вторичных факторов пожара.

2. Назначение технических средств противопожарной защиты.

Первичные средства пожаротушения

Технические средства противопожарной защиты (ТСПЗ) обеспечивают:

- выявление пожара на ранней стадии;
- ограничение распространения горения и его опасных факторов;
- ликвидацию пожара до прибытия пожарных подразделений;
- снижение воздействия опасных факторов горения на людей, объекты экономики и природной среды.

К основным ТСПЗ относят первичные средства пожаротушения (рис. 1.17). Первичными средствами пожаротушения являются: пожарный щит, огнетушители, емкости для хранения воды, ящик для песка, кошма, внутренний пожарный кран.



Рис. 1.17. Первичные средства пожаротушения

Пожарный щит предназначен для размещения противопожарного оборудования (огнетушители, ведра, топоры и т.д.). Возле щита располагают ящик с песком и бочку с водой.

Пожарные щиты устанавливаются на предприятиях при отсутствии технических средств противопожарной защиты (внутренний и наружный противопожарный водопровод, автоматические установки пожаротушения) и при расположении здания на расстоянии более 100 м от наружных пожарных источников воды.

Огнетушители. На территории Беларуси распространены следующие виды огнетушителей: углекислотные, порошковые, воздушно-пенные (рис. 1.18).

Углекислотные огнетушители применяются при ликвидации возгораний различных веществ и материалов, а также электроустановок под напряжением до 1000 В.

При запуске огнетушителя происходит переход углекислоты из сжиженного состояния в твердое. В результате образуется снегообразная масса, температура которой составляет 70°C.

После использования углекислотных огнетушителей необходимо проветривание небольших помещений. Это связано с тем, что углекислый газ в больших концентрациях может вызвать отравление.



Рис. 1.18. Типы огнетушителей на территории Беларуси

Огнетушители порошковые используются для ликвидации пожаров различных веществ (твердых, жидких, газообразных) и возгорания электроустановок под напряжением до 1000 В.

Запуск огнетушителя обеспечивает разрыхление порошка. Использование порошкового огнетушителя позволяет изолировать очаг возгорания от кислорода воздуха.

Огнетушители воздушно-пенные применяют при тушении возгораний твердых веществ и горючих жидкостей. Данные огнетушители содержат 6%-й водный раствор пенообразователя ПО-1. При приведении огнетушителя в действие происходит смешивание пенообразователя с воздухом и образование пены. Использование воздушно-пенных огнетушителей обеспечивает охлаждение горящего вещества и его изоляцию от кислорода.

Емкости (бочки) для хранения воды имеют объем 200 л и комплектуются ведром и крышкой. Вместимость ведер составляет 8 л.

Ящик для песка объемом от 0,5 до 3 м³ комплектуется совковой лопатой. Песок используется для тушения деревянных предметов, электрооборудования и т.д.

Кошма – это полотно, предназначенное для ликвидации небольшого очага возгорания. Применяется при горении небольшого количества легковоспламеняющихся жидкостей, при вспышках газового оборудования. Кошму изготавливают из войлока, брезента, асбестовой или стекловолоконной ткани. Максимальный размер полотна – 2×2 м.

Внутренний пожарный кран используется для тушения возгораний различных веществ и материалов и соединяется с рукавом и стволом. Для выполнения работ с внутренним пожарным краном необходимо два человека. Один человек подводит к очагу возгорания пожарный рукав со стволом, второй включает кран (рис. 1.19).

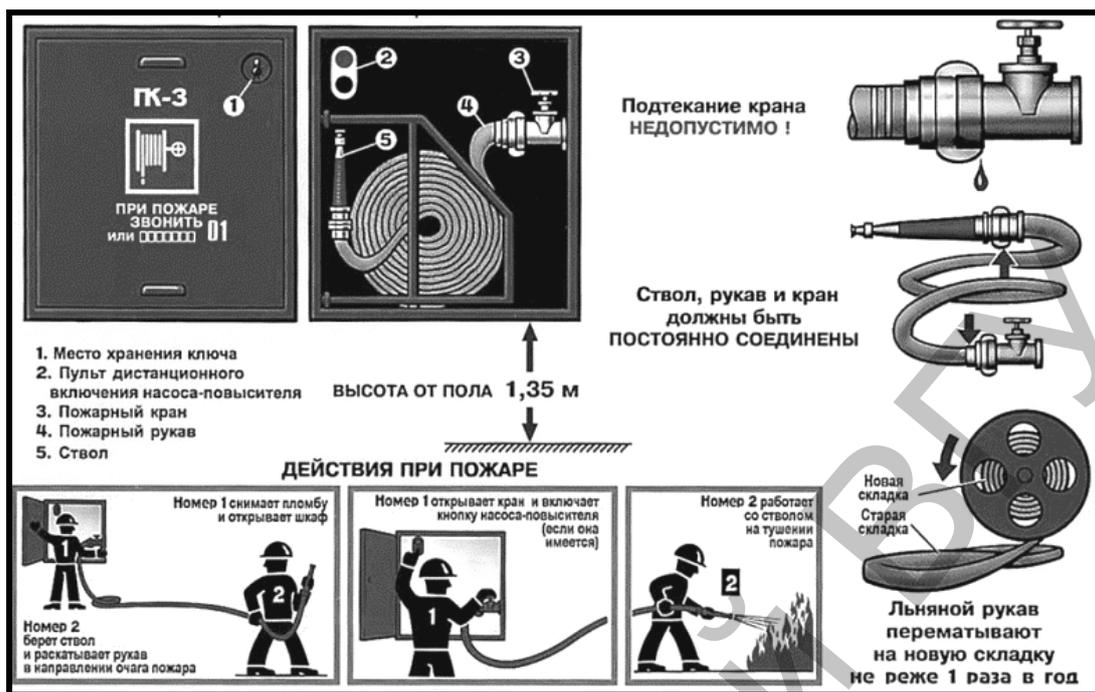


Рис. 1.19. Внутренний пожарный кран

3. Порядок действий руководителей и граждан при возникновении пожара в зданиях. Особенности поведения при пожаре в многоэтажных зданиях (правила эвакуации, подручные средства защиты кожи и дыхательных путей, меры безопасности при нахождении в задымленных помещениях)

Действия руководителя объекта при возникновении пожара:

1. Проверка вызова пожарных подразделений, добровольных пожарных дружин. Направление ответственных лиц, хорошо знающих местонахождение подъездных путей и источников водоснабжения для встречи пожарных подразделений.
2. Принятие мер по предотвращению паники, организация эвакуации людей, вызов при необходимости медицинской помощи.
3. Организация тушения пожара первичными средствами пожаротушения и применение технических средств противопожарной защиты.
4. Организация мероприятий по защите людей, принимающих участие в ликвидации пожара.
5. Отключение электроэнергии, остановка транспортирующих устройств, агрегатов, емкостных сооружений, перекрытие газовых коммуникаций, остановка систем вентиляции, включение системы дымоудаления.
6. По возможности эвакуация материальных ценностей.

7. По прибытии пожарных подразделений руководитель объекта обязан сообщить руководителю тушения пожара, следующие сведения: место пожара, наличие людей в помещениях, наличие взрывопожароопасных материалов и о мерах, принятых по тушению пожара.

Действия граждан при возникновении пожара:

1. Сообщить по телефону «101» или «112» адрес и место пожара.
2. Организовать мероприятия по оповещению и эвакуации людей.
3. Принять меры по ликвидации пожара первичными средствами пожаротушения.

Особенности поведения при пожаре в многоэтажных зданиях:

1. При обнаружении запаха дыма, пламени необходимо вызвать по телефону «101» службу МЧС.
2. При заполнении помещений дымом следует идти к выходу или в сторону незадымленной лестницы. При этом двигаться надо наклонившись, держась за стены или перила. Для защиты от огня и токсичных продуктов горения можно использовать смоченные в воде платок, полотенце, одежду.
3. При пожаре не рекомендуется пользоваться лифтом. Это связано с повреждением электропроводки или отключением лифта.
4. Оказавшись в толпе необходимо: согнуть руки в локтях, прижать их к бокам и сжать кулаки. При этом надо наклонить корпус назад, уперевав ноги вперед. Данные действия предназначены для сдерживания спиной напора толпы.
5. Если в результате сильного задымления и высокой температуры невозможно покинуть помещение, нужно немедленно вернуться обратно. Дверные щели и вентиляционные отверстия необходимо закрыть мокрой тканью.
6. При увеличении концентрации дыма и температуры в квартире следует выйти на балкон, плотно прикрыв дверь. Для защиты от огня в случае его проникновения через дверной и оконный проемы можно использовать намоченное одеяло или ковер.
7. Если внизу нет огня и в помещении оставаться опасно, то можно с помощью крепко связанных веревок, простыней или штор попробовать спуститься на этаж ниже (рис. 1.20).



Рис. 1.20. Правила поведения граждан при пожаре в многоэтажном здании.

Лекция 5. Предупреждение чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах, организация и содержание мероприятий химической защиты

1. Определение понятия «химически опасный объект». Обеспечение безопасной эксплуатации химически опасных объектов. Классификация организаций, территорий по степеням химической опасности.

2. Краткая характеристика наиболее распространенных аварийно химически опасных веществ (аммиак, хлор, цианистый водород), их влияние на организм человека.

3. Основные мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах. Организация и состав мероприятий химической защиты. Средства индивидуальной и коллективной защиты.

1. Определение понятия «химически опасный объект». Обеспечение безопасной эксплуатации химически опасных объектов. Классификация организаций, территорий по степеням химической опасности

Химически опасный объект – это объект, предназначенный для хранения, переработки, использования или транспортировки ава-

рийно химически опасных химических веществ (АХОВ), при аварии на котором может произойти химическое заражение или гибель людей, а также химическое заражение окружающей среды.

К химически опасным объектам относят:

- предприятия химической и нефтеперерабатывающей промышленности;
- предприятия пищевой промышленности;
- очистные сооружения;
- железнодорожные станции, осуществляющие различные технологические операции (погрузка, выгрузка и т.д.) с АХОВ;
- склады запасов ядохимикатов для уничтожения насекомых-вредителей и грызунов.

Группы мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации химически опасных объектов:

1. Ведение технологических процессов.
2. Эксплуатация систем контроля, управления и противоаварийной защиты, связи и оповещения.
3. Организация хранения и слива-налива сжиженных газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.
4. Техническое обслуживание и ремонт оборудования.
5. Мероприятия по охране труда.

1. Ведение технологических процессов:

- на основании проекта должны быть разработаны различные нормативно-технические документы (технологический регламент, технологические инструкции). Разработка технологического регламента, устанавливающего порядок технологического процесса, осуществляется по согласованию с Госпромнадзором;
- схема технологического процесса должна быть размещена в границах рабочего места или прилагаться к технологической инструкции по данному рабочему месту;
- технологические системы, трубопроводы, в которых обращаются горючие продукты, способные образовывать взрывоопасные смеси с воздухом, должны быть герметичны;
- при использовании твердых пылящих веществ должен быть организован контроль запыленности воздуха, а также систематический контроль за исправностью и герметичностью технологического оборудования, вентиляционных систем;
- в системах транспорта взрывопожароопасных веществ, где возможны отложения на внутренних поверхностях трубопроводов, необходимо организовать очистку этих отложений;
- в потенциальных зонах разрушений должно быть ограничено пребывание людей и движение транспорта;

- организация контроля за наличием в негорючей жидкости, подлежащей сбросу в канализацию, горючих примесей;

- проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ допускается по согласованию Госпромнадзором, при наличии проектной документации и заключения независимой экспертизы.

2. Эксплуатация систем контроля, управления и противоаварийной защиты, связи и оповещения:

- запрещается ведение технологического процесса и эксплуатация оборудования с неисправными или отключенными средствами контроля, автоматизации и противоаварийной защиты (ПАЗ), а также при отсутствии вышеуказанных средств;

- на период замены элементов системы контроля или управления предусматриваются мероприятия, обеспечивающие безопасное проведение процесса в ручном режиме;

- организация контроля за правильностью эксплуатации систем оповещения и связи, управления и ПАЗ;

- в организациях, имеющих в своем составе взрывопожароопасные объекты, должен быть организован систематический контроль за исправным состоянием средств измерений и автоматизации, систем управления и противоаварийной защиты;

- в местах размещения средств контроля, управления и ПАЗ, а также связи и оповещения должны быть исключены различные вредные воздействия, влияющие на точность и быстродействие систем: загрязнение продуктами технологии, механические воздействия, вибрация.

3. Организация хранения и слива-налива сжиженных газов (СГ), легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ):

- железнодорожные вагоны-цистерны, предназначенные для налива и перевозки ЛВЖ и ГЖ, должны быть оснащены средствами контроля, сливно-наливными и защитными устройствами;

- при сливе-наливке железнодорожных вагонов-цистерн должны быть приняты меры по предупреждению самопроизвольного их перемещения, разгерметизации устройств слива-налива, а также исключение наличия источников зажигания (механического, электрического и т.д.);

- для исключения перелива легковоспламеняющихся и горючих жидкостей железнодорожные вагоны-цистерны, автомобильные цистерны должны быть оснащены надежными автоматическими устройствами.

4. Техническое обслуживание и ремонт оборудования:

- к эксплуатации допускается оборудование, имеющее эксплуатационную документацию и прошедшее входной контроль;

- технологические системы должны быть герметичными. Для оборудования, в котором возможны утечки горючих веществ, в технической документации указываются допустимые величины этих утечек, организуются их сбор и отвод;

- устройства для подключения передвижного электрооборудования находятся вне взрывоопасных зон. Уровень взрывозащиты данного оборудования должен соответствовать классу взрывоопасной зоны;

- при проведении работ по очистке оборудования должны использоваться средства чистки (механической гидравлической, химической), исключающие пребывание людей в оборудовании;

- эксплуатация оборудования, выработавшего установленный ресурс, допускается при получении заключения о технической надежности и возможности его дальнейшей работы;

- оценка качества ремонта оборудования определяется заказчиком и исполнителем ремонта с участием работника технического надзора предприятия и указывается в акте на сдачу оборудования из ремонта.

5. Охрана труда:

- безопасность персонала обеспечивается соблюдением: общих требований по охране труда, требований различных нормативно-правовых актов, трудовой и технологической дисциплины;

- работники химически опасных объектов должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты;

- руководитель организации обязан обеспечить контроль за применением работниками средств индивидуальной защиты;

- работники взрывопожароопасных объектов организации должны работать и находиться в специальной одежде и специальной обуви, не допускающих накопление статического электричества (электризации при соприкосновении двух различных веществ) и искрообразование;

- при выполнении различных работ необходимо применять инструмент, не дающий искру при ударе. Инструмент и оборудование должны иметь взрывобезопасное исполнение;

- при обнаружении течи жидкости вследствие неисправности оборудования или трубопроводов необходимо немедленно устранить неисправности и убрать пролитые продукты.

Классификация организаций, территорий по степеням химической опасности. На территории Республики Беларусь по разным оценкам имеется от 341 до 540 химически опасных объектов. Глубина распространения некоторых аварийно химически опасных веществ может превышать 20 км. Всего на территории Беларуси в зонах возможного химического заражения (ВХЗ) может оказаться более 2,3 млн чел. Выделяют 4 степени химической опасности (табл. 1.18).

**Классификация организаций, территорий
по степеням химической опасности**

Степень химической опасности	Количество людей в зоне возможного химического заражения	Количество населенных пунктов в зоне ВХЗ	Перечень населенных пунктов
I	75 тысяч	2	Гродно, Новополоцк
II	40–75 тысяч	7	Гомель, Рогачев, Волковыск, Слоним, Новогрудок, Борисов, Слуцк
III	менее 40 тысяч	12	Лида, Молодечно, Светлогорск, Мозырь, Солигорск, Минск, Могилев, Бобруйск, Орша, Жодино, Заславль, Сморгонь
IV	зона поражения не выходит за пределы объекта	–	–

2. Краткая характеристика наиболее распространенных аварийнохимически опасных веществ (аммиак, хлор, цианистый водород), их влияние на организм человека

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) – опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе которого может произойти заражение окружающей среды.

Общий запас АХОВ в Республике Беларусь составляет 46 тыс. тонн. К наиболее распространенным аварийно химически опасным веществам относят аммиак, хлор и цианистый водород (синильная кислота). Общие запасы вышеуказанных веществ на территории Беларуси составляют: аммиак – 26 тыс. т, хлор – 48 т, синильная кислота – 15 т.

При характеристике основных АХОВ рассматривают их физико-химические свойства, применение в хозяйственной деятельности человека и воздействие на организм человека.

Аммиак (NH₃) – бесцветный газ с резким запахом, почти в два раза легче воздуха. Так как вышеуказанный газ легче воздуха, в отличие от хлора, он поднимается вверх. Аммиак в смеси с воздухом горюч и взрывоопасен. Пределы взрывоопасных концентраций составляют 15–28%.

Ничтожные количества данного вещества всегда можно обнаружить в воздухе и дождевой воде. Это связано с тем, что аммиак непрерывно образуется при разложении белков растительного и животного происхождения. В организме млекопитающих и человека вышеуказанное соединение быстро превращается в мочевины, которая является основным компонентом сухого остатка мочи. Аммиак обеспечивает нормальный кислотно-щелочной баланс крови. Кроме того, данное вещество является одним из основных источников азота для живых организмов.

Вышеуказанное вещество синтезируют из азота и водорода. При температуре $-33,35^{\circ}\text{C}$ и обычном давлении происходит сжижение аммиака в бесцветную жидкость. Данное вещество при температуре $-77,75^{\circ}\text{C}$ замерзает с образованием бесцветной кристаллической массы. Аммиак очень хорошо растворяется в воде.

Сжиженный аммиак и водный раствор аммиака применяют как азотное удобрение. В пищевой промышленности вышеуказанное химическое соединение используется в качестве хладагента. В медицине аммиак применяется в качестве дезинфицирующего средства для мытья рук и производства нашатырного спирта. Нашатырный спирт содержит до 10% NH_3 .

Жидкий аммиак является хорошим растворителем для очень большого числа органических и неорганических соединений. Данное вещество используют также для производства соды, взрывчатых веществ и при крашении тканей.

Хранение и транспортировка аммиака осуществляется в жидком состоянии под давлением в стальных баллонах. Кроме того жидкий аммиак транспортируют в специальных железнодорожных и автомобильных цистернах, танкерах и по трубопроводу.

В зависимости от поражающего действия на организм данное соединение относят к группе веществ удушающего и нейротропного действия. При ингаляционном воздействии аммиак способен вызвать отек гортани, легких и тяжелое поражение нервной системы. Человек может погибнуть через несколько часов или суток после отравления. При контакте сжиженного аммиака с кожей могут возникнуть химические ожоги или обморожения.

Хлор (Cl_2) – газ зеленовато-желтого цвета с резким запахом. Данный элемент в 2,5 раза тяжелее воздуха. Облако хлора перемещается, прижимаясь к земле. При нормальном атмосферном давлении и температуре -34°C вышеуказанное вещество конденсируется в желтую жидкость. Замерзание хлора с образованием желтоватой кристаллической массы отмечается при обычном давлении и температуре -102°C . Данный элемент растворим в воде. Жидкий хлор обладает очень высоким коррозионным действием.

В природе в свободном виде вышеуказанное вещество не встречается, так как в химическом отношении очень активно. Хлор встре-

чается только в виде соединений в составе минералов. Наиболее распространенным соединением данного элемента является хлорид натрия (NaCl). Огромные количества вышеуказанного вещества растворены в воде морей и океанов. Хлорид натрия на определенных территориях в виде каменной соли образует крупные залежи. Распространенными соединениями хлора являются также хлорид калия (KCl) и хлорид магния (MgCl_2).

В природе данный элемент представлен двумя стабильными изотопами: ^{35}Cl и ^{37}Cl .

Соединения хлора входят в состав всех живых организмов. В организме человека и животных ионы хлора совместно с ионами натрия и калия участвуют в регуляции водно-солевого обмена. Хлорид натрия необходим для выработки в желудке соляной кислоты. Хлорид магния обеспечивает активацию витаминов, ферментов и антител.

Хлор необходим и для жизнедеятельности растений. Данный элемент способствует образованию кислорода в процессе фотосинтеза.

Применение хлора:

1. Для изготовления хлорной извести (хлорки), используемой для дезинфекции, отбеливания тканей и бумажной массы.
2. Для обеззараживания питьевой воды (хлор, двуокись хлора, хлорамин и хлорная известь).
3. В производстве химического оружия (иприта, фосгена).
4. Для производства синтетического каучука, применяемого в изготовлении изделий из резины.
5. В производстве поливинилхлорида (ПВХ), из которого изготавливают пластмассовые изделия.
6. Для изготовления пестицидов, применяемых в сельском хозяйстве для борьбы с сорняками и вредными насекомыми.
7. В производстве фреонов, используемых в холодильной технике, и др.

Кроме того, хлор применяют в производстве соляной кислоты, удобрений, лекарств, красок и взрывчатых веществ.

Хранят и перевозят хлор в стальных баллонах и железнодорожных цистернах под давлением.

Хлор относится к группе веществ удушающего действия. Воздействие высоких концентраций вышеуказанного вещества на организм человека в течение 15 мин может привести к развитию химического ожога легочной ткани, удушью и смерти. Очень высокие концентрации хлора в течение нескольких минут приводят к параличу дыхательного центра и смерти. Кроме того, при воздействии данного вещества могут иметь место химические ожоги и обморожения кожи (рис. 1.21).

Синильная кислота (цианистый водород, HCN) – бесцветная, очень летучая жидкость, с запахом горького миндаля. Смесь паров

цианистого водорода с воздухом при поджигании взрывается. Данное соединение обладает высокой растворимостью в воде.

Так как синильная кислота представляет собой соединение водорода, углерода и азота, данное вещество называют циановодородом. При взаимодействии со щелочами вышеуказанная кислота образует соли – цианиды. Наиболее распространенными являются цианистый калий и цианистый натрий.



Рис. 1.21. Признаки отравления хлором

Синильная кислота содержится в горьком миндале, абрикосах, яблоках, грушах, сливах, вишнях. Кроме того, данное вещество является компонентом табачного дыма и выделяется при термическом разложении синтетических волокон (нейлона, полиуретана).

Цианистый водород содержится и в организме человека. Важную роль в выработке данного соединения играют нейроны. Синильная кислота обеспечивает передачу сигнала между нервными клетками. Также вышеуказанное вещество выделяется лейкоцитами. Цианистый водород способен уничтожать патогенные микроорганизмы.

Данное соединение является сырьем для производства пластмасс, каучука, синтетических волокон, оргстекла, стимуляторов роста растений, пестицидов, фармацевтических препаратов, ароматических веществ. Кроме того, растворы синильной кислоты могут применяться в качестве дезинфицирующих средств, при проявлении фотографий, при добыче золота и серебра.

Вышеуказанное вещество хранится и перевозится в жидком состоянии. Для перевозки синильной кислоты используют баллоны и железнодорожные цистерны.

В зависимости от поражающего действия на организм цианистый водород относят к веществам общедовитого действия. Данное

вещество в организме человека блокирует способность эритроцитов осуществлять транспорт кислорода. Цианистый водород приводит к поражению нервной, дыхательной и сердечно-сосудистой систем. При очень высокой концентрации данного вещества вследствие паралича дыхательного центра летальный исход может наступить в течение нескольких минут.

При аварийном выбросе вышеуказанные вещества характеризуются невысокой стойкостью заражения, так как быстро испаряются. В то же время пары данных соединений могут быть обнаружены на расстоянии нескольких километров.

3. Основные мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах. Организация и состав мероприятий химической защиты. Средства индивидуальной и коллективной защиты

К основным мероприятиям по предупреждению ЧС на химически опасных объектах относят:

1. Расположение опасных объектов на безопасном расстоянии от жилой застройки.
2. Повышение надежности систем производственного контроля в области промышленной безопасности.
3. Контроль и совершенствование системы пожарной безопасности.
4. Совершенствование систем безопасности с учетом результатов прогнозирования чрезвычайной ситуации.

Организация и состав мероприятий химической защиты. Выделяют два основных принципа защиты населения от ЧС на химически опасных объектах:

- 1) заблаговременность подготовки органов управления и сил ГСЧС и обучение населения способам защиты от поражающего действия аварийно химически опасных веществ;
- 2) дифференцированный подход к выбору способов защиты от АХОВ, с учетом степени опасности для проживания людей.

Заблаговременная подготовка определяется мероприятиями по предупреждению чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах. К данным мероприятиям относят:

- выявление и устранение причин ЧС;
- максимальное снижение возможных разрушений и человеческих жертв;
- создание условий для быстрой ликвидации последствий чрезвычайной ситуации.

Дифференцированный подход включает:

- анализ аварийной ситуации на ХОО;
- наличие времени, сил и средств.

Способы защиты населения от аварийно химически опасных веществ:

1. Своевременное оповещение населения.
2. Использование средств индивидуальной и коллективной защиты.
3. Временное укрытие людей в жилых и производственных зданиях.
4. Эвакуация из очагов химического заражения.

Средства индивидуальной и коллективной защиты. Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предохраняют органы дыхания и кожу от воздействия на них отравляющих веществ (ОВ), радиоактивной пыли и бактериальных средств.

СИЗ классифицируют по четырем основным признакам:

1. По назначению:

- средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД);
- средства защиты кожи (СЗК);
- медицинские средства защиты.

2. По принципу защиты:

- фильтрующие – воздух, поступающий в органы дыхания, очищается от вредных примесей;
- изолирующие – обеспечивают защиту органов дыхания от вредных примесей, не задерживаемых фильтрующими противогазами.

3. По способу изготовления:

- промышленные – изготовленные заранее;
- простейшие (подручные) – изготавливаемые самим населением.

4. По формам обеспечения:

- табельные – предназначенные для обеспечения формирований государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- нетабельные – предназначенные для оснащения формирований и населения.

К СИЗОД относятся: противогазы, респираторы, противопыльные тканевые маски (ПТМ) и ватно-марлевые повязки (ВМП).

Противогазы по сравнению с респираторами предохраняют не только органы дыхания, но и кожу головы от воздействия на них опасных веществ.

Данные средства защиты бывают фильтрующие и изолирующие.

В *фильтрующих* противогазах очистку зараженного воздуха осуществляет фильтрующе-поглощающая коробка. Данное устройство установлено на лицевой части противогаза. Фильтрующие СИЗОД запрещается использовать при содержании кислорода в воздухе менее 16–18% (рис. 1.22).



Рис. 1.22. Фильтрующий противогаз ГП-5

Принцип действия *изолирующих* противогазов состоит в полной изоляции организма человека от наружного воздуха. Дыхание осуществляется за счет кислорода поступающего из регенеративного патрона или кислородного баллона. Изолирующие противогазы используются при высоких концентрациях отравляющих веществ, а также в условиях недостатка кислорода (рис. 1.23).



Рис. 1.23. Изолирующий противогаз ИП-4

Респираторы относятся к СИЗОД фильтрующего типа. Данные средства защиты предназначены для использования при меньшей загрязненности воздуха, чем при эксплуатации противогазов. Респираторы не обеспечивают защиту от боевых отравляющих веществ (рис. 1.24).

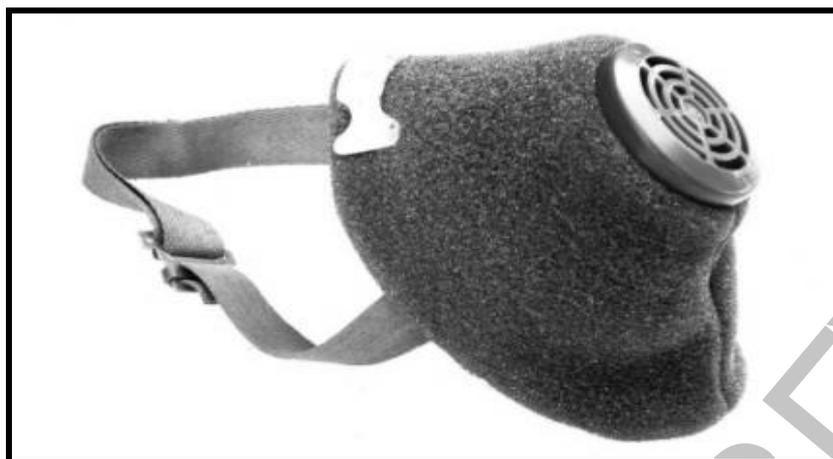


Рис. 1.24. Респиратор Р-2

Противопыльные тканевые маски (рис. 1.25) и **ватно-марлевые повязки** (рис. 1.26) являются простейшими средствами защиты органов дыхания. Для защиты от аварийно химически опасных веществ вышеуказанные СИЗОД должны предварительно увлажняться водой. Для повышения защитных свойств ПТМ и ВМП могут применяться слабые растворы кислот и щелочей.

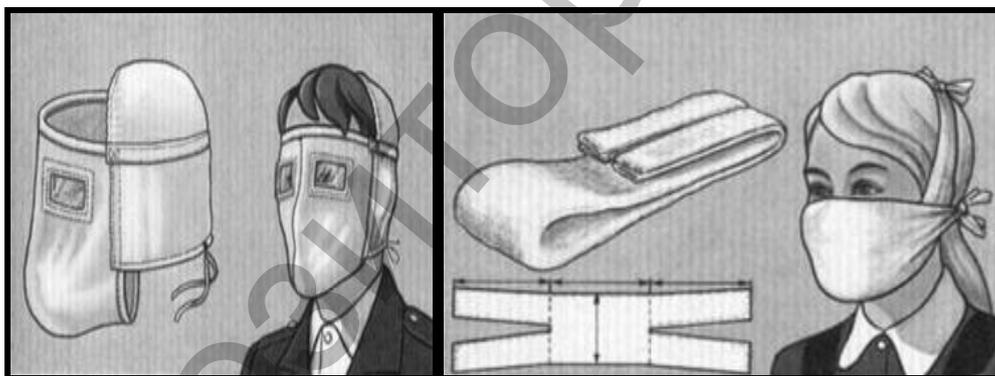


Рис. 1.25. Противопыльная тканевая маска ПТМ-1

Рис. 1.26. Ватно-марлевая повязка

Средства защиты кожи подразделяются на табельные и подручные.

Табельные СЗК бывают изолирующими и фильтрующими. Выделяют два вида *изолирующих* материалов: герметичные (костюмы, комбинезоны) и негерметичные (накидки, фартуки). Данные средства защиты изготавливаются из прорезиненной ткани и покрыты специальными газо- и влагонепроницаемыми пленками. К *фильтрующим* материалам относят хлопчатобумажные комбинезоны, пропитанные специальными химическими веществами (для нейтрализации или сорбции паров ОВ, АХОВ) (рис. 1.27).



Рис. 1.27. Табельные средства защиты кожи

К подручным средствам защиты относят образцы повседневной одежды (накидки, плащи, рукавицы, сапоги). Для повышения защитных свойств вышеуказанную одежду пропитывают специальным химическим составом (например, мыльно-масляной эмульсией).

К основным средствам медицинской защиты относят индивидуальный противохимический пакет (ИПП-11) и индивидуальный перевязочный пакет (ИПП-1).

Индивидуальный противохимический пакет применяется для обеззараживания отравляющих веществ и аварийно химически опасных веществ, попавших на открытые участки кожи, одежду и средства индивидуальной защиты.

Индивидуальный перевязочный пакет используется для наложения асептических повязок на раны, остановки кровотечений, а также в качестве средства иммобилизации при травмах.

Средства коллективной защиты включают: убежища и укрытия (противорадиационные, простейшие).

Убежище – это сооружение герметичного типа, обеспечивающее защиту людей от АХОВ, ОВ, бактериальных средств, всех поражающих факторов ядерного взрыва, а также от высокой температуры и токсичных веществ в зоне пожара (рис. 1.28).

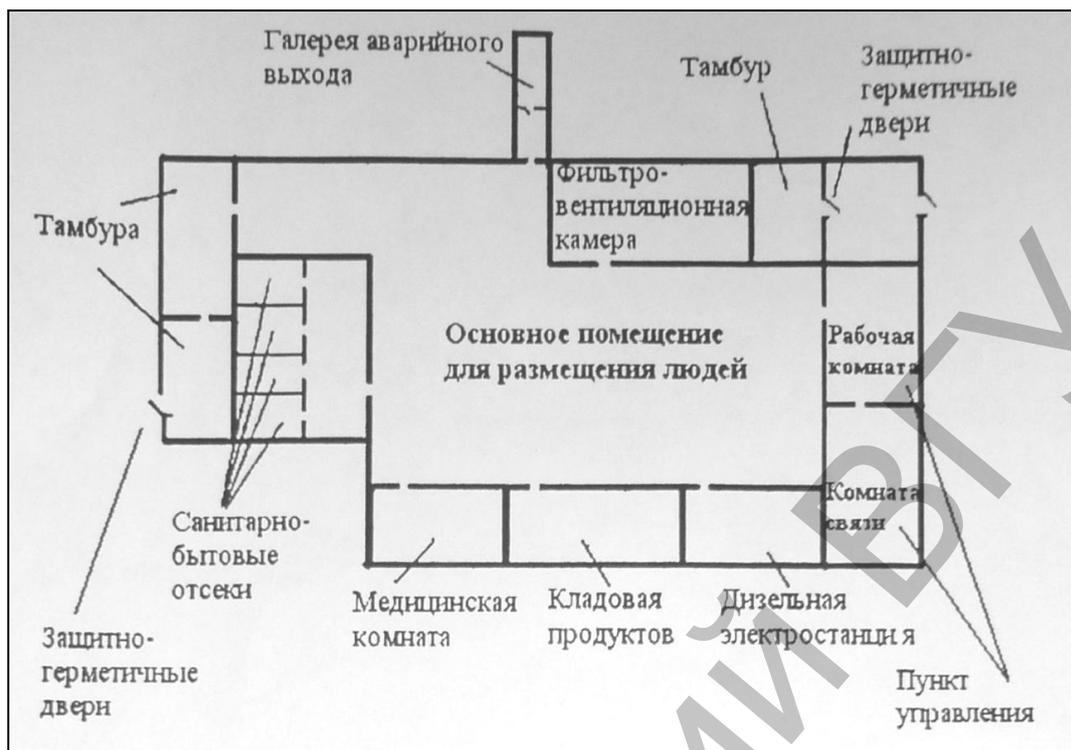


Рис. 1.28. План убежища

Данные сооружения обычно возводятся из монолитного, сборно-монолитного или сборного железобетона. В ряде случаев для строительства убежищ используют кирпич и другие каменные материалы. Выбор материала определяется возможностями местной промышленности и экономической целесообразностью.

Выделяют 6 основных признаков убежищ (рис. 1.29).



Рис. 1.29. Классификация убежищ

По назначению: общего назначения; специального назначения. К убежищам *общего назначения* относят сооружения, предназначенные для защиты работников предприятий и населения, как в городах,

так и в сельской местности. Убежища *специального назначения* предназначены для размещения органов управления и лечебных учреждений.

Наиболее мощные защитные сооружения создаются для длительного автономного пребывания органов военного и государственного управления. Убежища лечебных учреждений предназначены для защиты нетранспортабельных больных в военное время.

По вместимости: большие (свыше 2000 чел.), средние (от 600 до 2000 чел.), малые (до 600 чел.).

По защитным свойствам убежища подразделяются на 5 классов в зависимости от избыточного давления взрывной волны и степени ослабления радиации (табл. 1.19).

Таблица 1.19

Классификация убежищ по защитным свойствам

Класс	Избыточное давление воздушной взрывной волны (кгс/см ²)	Степень ослабления проникающей радиации
1	5	5000
2	3	3000
3	2	2000
4	1	1000
5	0,5	350

По срокам строительства выделяют убежища, заблаговременно возводимые (ЗВУ) и быстровозводимые (БВУ).

ЗВУ строятся с учетом планов мирного времени и с использованием прочных негорючих материалов. Для создания убежищ данного типа используют монолитные и сборно-монолитные конструкции. Возведение данных сооружений осуществляется для работающих смен объектов за 9–12 мес. при вместимости 1000 чел. и более.

БВУ создаются с объявлением угрозы возникновения чрезвычайной ситуации. Строительство быстровозводимых убежищ осуществляется из сборных конструкций в течение двух суток. Сооружениями данного типа в первую очередь обеспечиваются предприятия, которые продолжают работать в городе в условиях военного времени.

По месту расположения: встроенные и отдельно стоящие.

Встроенные убежища сооружаются в подвальных, полуподвальных и первых этажах зданий. Данные сооружения могут размещаться как в жилых, общественных, так и в производственных зданиях. Встроенные убежища должны находиться под зданиями наимень-

шей этажности. Строительство сооружений данного типа экономически более целесообразно.

Отдельно стоящие убежища создаются при невозможности устройства встроенных убежищ.

По вертикальной посадке в грунт данные сооружения являются заглубленными (при глубине подземной части более 1,5 м), полузаглубленными (при глубине подземной части менее 1,5 м) и возвышающимися.

Отдельно стоящие убежища сверху и с боков обсыпают грунтом. Земляная обсыпка слоем 1–3 м обеспечивает защиту от проникающей радиации и высокой температуры при пожарах.

Под сооружения данного типа могут быть приспособлены подземные переходы, метрополитены, горные выработки.

Отдельно стоящие убежища располагают вне зоны возможных завалов от наземных зданий. Сооружения данного типа должны размещаться на расстоянии не более 200 м от места работы или жительства укрывающихся.

По оборудованию: с промышленным оборудованием; с упрощенным оборудованием.

К защитным сооружениям *с промышленным оборудованием* относятся заблаговременно возводимые убежища.

Упрощенным оборудованием оснащаются быстровозводимые убежища. Данное оборудование изготавливается самим населением.

Противорадиационное укрытие – сооружение, обеспечивающее условия для укрытия населения с целью защиты от заражения радиоактивными веществами, а также от непосредственного попадания на одежду и кожу капель отравляющих веществ, аварийно химически опасных веществ и аэрозолей бактериальных средств.

Противорадиационные укрытия предназначены для защиты населения сельской местности и небольших городов. По сравнению с убежищами данные сооружения имеют более простое оборудование. Противорадиационные укрытия могут быть размещены в любых подвалах, цокольных (полуподвальных) и первых этажах зданий. В сельской местности для создания сооружений данного типа используют погреба и овощехранилища. Под противорадиационные укрытия могут быть приспособлены также подземные переходы, шахты, горные выработки.

Для строительства вышеуказанных укрытий используют такие материалы, как сборные железобетонные конструкции, кирпич, дерево, камень, хворост. Вместимость данных сооружений в зависимости от площади колеблется от 5 до 300 чел. и более.

По защитным свойствам противорадиационные укрытия подразделяются на 5 групп (табл. 1.20).

**Классификация противорадиационных укрытий
по защитным свойствам**

Группа	Избыточное давление воздушной взрывной волны (кгс/см ²)	Степень ослабления проникающей радиации
I	0,2	200
II	–	200
III	0,2	100
IV	–	100
V	–	50

Установлено, что первые этажи многоэтажного каменного здания способны ослабить действие радиации в 5–7 раз. Подвалы многоэтажного дома ослабляют радиацию в 500–1000 раз, а деревянных домов – в 7–12 раз.

Простейшие укрытия – это сооружения, обеспечивающие частичную защиту населения от поражающих факторов ядерного взрыва (воздушной ударной волны, светового и радиоактивного излучений), а также предохраняющие от непосредственного попадания на одежду и кожный покров отравляющих веществ.

Строительство сооружений данного типа осуществляют при нехватке убежищ и противорадиационных укрытий. В качестве основных простейших защитных сооружений используют траншеи (узкие длинные рвы), щели (часть траншеи) и землянки (жилища, углубленные в землю). Возведение простейших укрытий осуществляется с небольшими затратами строительных материалов и времени. К защитным сооружениям данного типа относят также внутренние помещения зданий, подвалы, погреба, подземные переходы. При наличии материалов и времени простейшие укрытия доводятся до требований к противорадиационным укрытиям.

Лекция 6. Состояния, требующие оказания первой помощи.

Остановка дыхания и кровообращения, мероприятия по оживлению организма

1. Определение понятия «первая помощь». Общие принципы оказания первой помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях.

2. Перечень состояний, требующих оказания первой помощи. Понятие о клинической смерти. Остановка дыхания и кровообращения.

3. Определение признаков жизни человека при отсутствии сознания. Последовательность мероприятий по оживлению организма.

1. Определение понятия «первая помощь». **Общие принципы оказания первой помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях**

Первая помощь – комплекс простейших мероприятий, выполняемых непосредственно на месте поражения в порядке само- и взаимопомощи, а также участниками аварийно-спасательных работ.

Мероприятия по оказанию первой помощи направлены на сохранение жизни пострадавших при травмах, отравлениях и внезапных заболеваниях.

Цель первой помощи – предупреждение развития тяжелых осложнений.

Основу мероприятий по оказанию первой помощи составляют 3 принципа:

- правильность и целесообразность;
- быстрота и бережность;
- решительность и спокойствие.

К мероприятиям по оказанию первой помощи относятся:

1. Немедленное прекращение воздействия повреждающих факторов (температурный фактор, электрический ток, сдавливание тяжестями и т.д.).

2. Оказание первой помощи в зависимости от вида и характера травмы (остановка кровотечения, мероприятия по оживлению организма и др.).

3. Организация транспортировки пострадавшего в лечебное учреждение в соответствии с видом и характером ранения.

Первая помощь эффективна лишь в том случае, если она оказана как можно раньше с момента поражения. Оптимальный срок оказания данной помощи после получения травмы от 5 минут (при остановке дыхания) до 1 часа.

При серьезных повреждениях в течение 1 часа максимальные компенсаторные функции организма поддерживают стабильное состояние. В дальнейшем в результате постепенного истощения запасов прочности организм стремится обеспечить мозг остатками жизненных сил.

По данным Всемирной организации здравоохранения через час после аварии без оказания помощи на месте происшествия погибают 30% пострадавших с травмами, совместимыми с жизнью.

2. Перечень состояний, требующих оказания первой помощи. Понятие о клинической смерти. Остановка дыхания и кровообращения

Терминальные состояния – это патологические изменения в организме человека, характеризующиеся нарастающей гибелью всех тканей.

Данные состояния характеризуются глубокими нарушениями газообмена. Так как различные ткани реагируют по-разному на прекращение доставки к ним кислорода, то и их гибель происходит не одновременно. Наиболее чувствителен к гипоксии высший отдел центральной нервной системы – кора головного мозга. При терминальных состояниях раньше всего выключаются функции данного отдела ЦНС. После выключения коры отмечаются изменения и в подкорковых отделах мозга. В последнюю очередь погибает продолговатый мозг, осуществляющий функции дыхания и кровообращения.

К причинам развития терминальных состояний относятся: травматический шок, острая кровопотеря, электротравма, ожоги, утопление, инфаркт миокарда и т.д.

Терминальные состояния представляют собой процесс умирания организма, переход от жизни к смерти. Умирание организма человека включает 3 стадии.

Преагония – терминальное состояние, характеризующееся развитием торможения в высших отделах центральной нервной системы.

Сознание сохранено, но отмечается его спутанность, затененность. Глазные рефлексы сохранены, несмотря на снижение рефлекторной деятельности. Вначале преагонии может возникнуть кратковременное возбуждение, объясняющееся попыткой организма бороться за свою жизнь.

Артериальное давление низкое (до 60 мм рт. ст.) или не определяется. Отмечается изменение частоты сердечных сокращений – от увеличения (тахикардия) к снижению (брадикардия). Пульс на периферических артериях очень слабого наполнения или отсутствует (пульс определяется на сонных и бедренных артериях).

Дыхание сначала частое и глубокое, затем поверхностное и редкое. Дыхательные нарушения проявляются бледностью и цианозом (синюшностью) кожных покровов.

Кроме того, наблюдаются резкое понижение температуры тела и отсутствие выведения мочи организмом (олигоанурия). Продолжительность преагонального состояния определяется возможностями организма и колеблется от нескольких минут до суток.

Преагония заканчивается *терминальной паузой*. Дыхание прекращается, пульс редкий, иногда отсутствует. Отмечается брадикар-

дия, иногда асистолия (прекращение деятельности сердца). Через 4–5 с после остановки сердца наблюдается потеря сознания. Исчезают реакции зрачка на свет, зрачки расширяются. Остановка дыхания и сердца носит кратковременный характер.

Длительность терминальной паузы – от нескольких секунд до 5 минут. По окончании вышеуказанного состояния наступает агония. Так как терминальная пауза возникает редко, ее не включают в классификацию стадий умирания организма.

Агония – это стадия умирания, характеризующаяся глубоким нарушением функций высших отделов центральной нервной системы, особенно коры больших полушарий головного мозга. На данной стадии происходит активизация компенсаторных механизмов организма, направленных на борьбу с угасанием жизненных сил.

В состоянии агонии отмечается кратковременное восстановление, а затем потеря сознания. Реакция зрачков на свет отсутствует, зрачки расширены. Болевая чувствительность отсутствует.

Пульс на периферических артериях не определяется, и ощутим только на сонных артериях. Отмечается брадикардия и отсутствие артериального давления.

Дыхание характеризуется редкими, короткими и глубокими судорожными дыхательными движениями. Наблюдается заглатывание порций воздуха. В результате ослабления дыхательных мышц и скопления слизи в бронхах дыхание становится хриплым. Отмечается резкая бледность кожных покровов и синюшность в области конечностей.

Кроме того, наблюдаются снижение температуры тела и непроизвольное выделение мочи и кала.

Продолжительность агонального состояния колеблется от нескольких минут до 6 часов. При отсутствии первой помощи вышеуказанные стадии умирания организма переходят одна в другую и заканчиваются клинической смертью.

Клиническая смерть – обратимая стадия умирания, переходный период между жизнью и смертью.

Сознание отсутствует, зрачки расширены. Дыхание, кровообращение и пульс не определяются. Отмечается резкая бледность и похолодание кожи.

Несмотря на вышеуказанные признаки в организме продолжают метаболические процессы. Длительность клинической смерти составляет 3–7 минут. В этот период еще возможно восстановление жизненных функций при помощи реанимационных мероприятий. В более поздние сроки происходит гибель клеток коры головного мозга и клиническая смерть переходит в биологическую.

В дальнейшем мероприятия по оживлению результатов уже не дают.

К основным факторам, влияющим на длительность клинической смерти, относят продолжительность умирания, возраст и методы реанимации.

При хронической форме артериальной гипотензии (пониженное давление) удлинение преагонии и агонального периода делает оживление практически невозможным. При быстром умирании (острая кровопотеря, электротравма, утопление) продолжительность клинической смерти удлиняется, поскольку в органах и тканях не успевают развиться тяжелые необратимые изменения.

У пожилых людей с хроническими заболеваниями продолжительность клинической смерти меньше, чем у молодых, здоровых лиц.

Длительность клинической смерти определяется и методами реанимации. Применение аппарата искусственного кровообращения позволяет оживлять организм и после 20 минут клинической смерти.

3. Определение признаков жизни человека при отсутствии сознания. Последовательность мероприятий по оживлению организма

Определение любого признака жизни является важным условием для проведения мероприятий по оказанию первой помощи.

К признакам жизни при отсутствии сознания относятся:

1. Наличие пульса.
2. Наличие сердцебиения.
3. Наличие дыхания.
4. Наличие реакции зрачков на свет.

1. Наличие пульса. При отсутствии сознания пульс необходимо определять только на сонных артериях. Сонная артерия является одной из крупнейших в организме человека. Определить пульс на данной артерии возможно даже при самом низком давлении.

Для определения пульсации на сонных артериях необходимо положить пальцы в области хрящей гортани, а также переместить пальцы вправо или влево.

2. Наличие сердцебиения. Сердцебиение определяют при отсутствии пульса на сонной артерии рукой или ухом на левой половине грудной клетки.

3. Наличие дыхания. Дыхание определяют по движению грудной клетки и передней брюшной стенки. В случае, когда это невозможно, наличие дыхания определяют поднеся ко рту или к носу пострадавшего предметы, которые от дыхания запотевают. К таким

предметам относятся: зеркало, часы, очки, лезвие ножа, осколок стекла и др.

Дыхание также можно определить по движению кусочка ваты, поднесенной к ноздрям.

4. Наличие реакции зрачков на свет. Зрачки живого человека в темноте расширяются, а при воздействии света сужаются.

Сужение зрачков в дневное время суток определяют следующим образом:

- если глаза человека закрыты, то ему поднимают веки;
- если человек лежит с открытыми глазами, то глаза закрывают рукой на некоторое время (от 5–10 с до 2–3 мин), а затем руку быстро отводят в сторону.

В темное время суток для определения реакции зрачков необходимо осветить глаз любым источником света.

Последовательность мероприятий по оживлению организма.

Оживление, или реанимация, – комплекс неотложных мер, направленных на восстановление кровообращения и дыхания при их внезапном прекращении.

Выделяют 3 этапа проведения мероприятий по оживлению организма (рис. 1.30).

Поддержание кровообращения путем закрытого (непрямого) массажа сердца.

1. Пострадавший должен находиться на твердой ровной основе (стол, кушетка, пол). Использование данной основы необходимо для предупреждения смещения тела пострадавшего при проведении непрямого массажа сердца. Также необходимо приподнять ноги больного для обеспечения притока крови к головному мозгу.

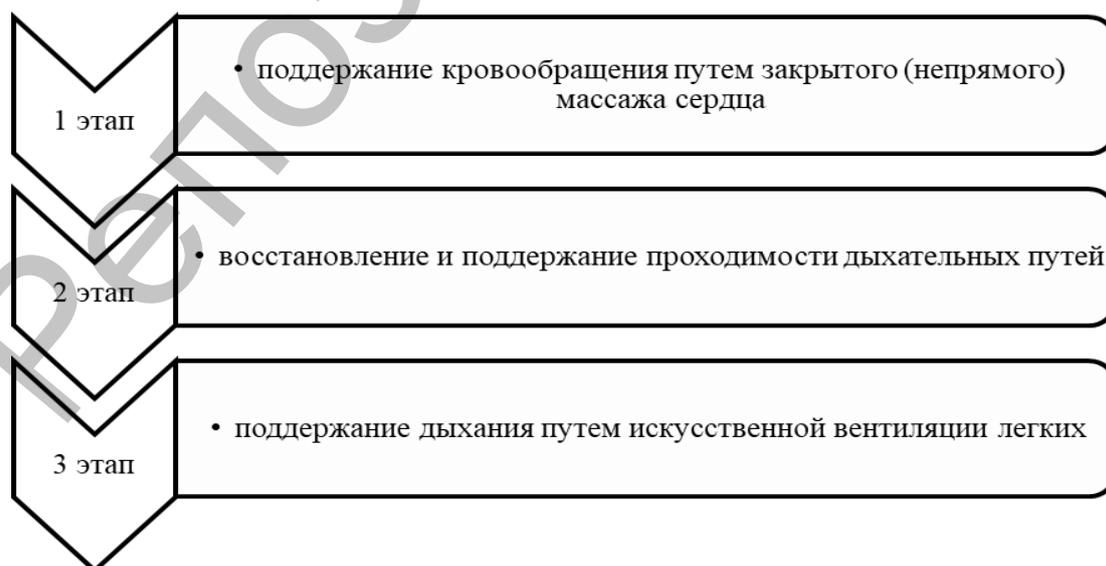


Рис. 1.30. Мероприятия по оживлению организма

2. Месторасположение рук – на 2 поперечных пальца выше окончания мечевидного отростка грудины (рис. 1.31).

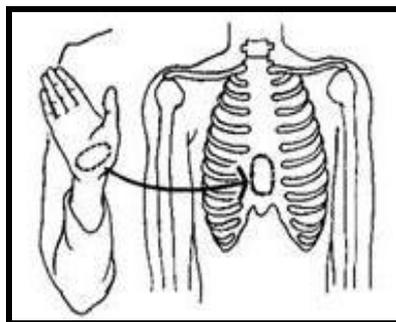


Рис. 1.31. Месторасположение рук

При проведении закрытого массажа сердца руки могут быть взяты одна на другую «крест-накрест» (рис. 1.32) или в «замок» (рис. 1.33). При использовании способа «крест-накрест» пальцы должны быть приподняты. Руки располагаются перпендикулярно грудины и не должны быть согнуты в локтевых суставах. Упор осуществляют на основания ладоней.

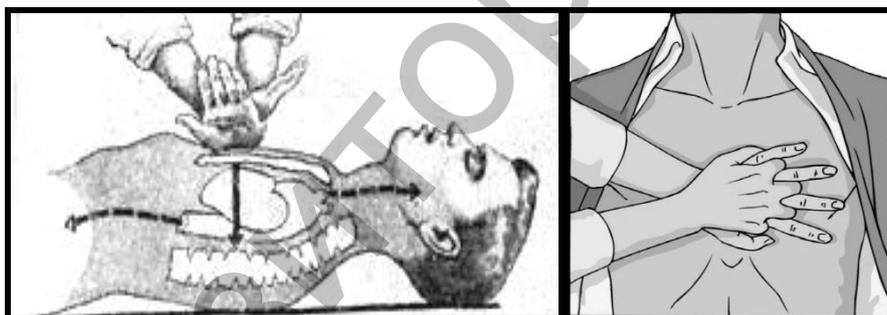


Рис. 1.32. Положение рук «крест-накрест» Рис. 1.33. Положение «руки в замок»

3. Непрямой массаж сердца должен проводиться энергично, толчкообразно, за счет тяжести верхней половины тела. При этом отмечается выталкивание крови из камер сердца по сосудистому руслу. При компрессии недопустимо смещение ладоней относительно грудины. Закрытый массаж сердца осуществляется с частотой 100–120 в минуту и смещением грудины на 5–6 см по направлению к позвоночнику. Компрессию проводят с учетом возрастных особенностей организма. Непрямой массаж сердца у детей осуществляется с частотой 100 в минуту на глубину до 5 см. Кроме того, компрессию грудным детям проводят двумя пальцами, а детям постарше – одной ладонью.

Восстановление и поддержание проходимости дыхательных путей. На данном этапе выполняют тройной прием Сафара:

1. Запрокидывание головы.

2. Выдвижение вперед нижней челюсти.
3. Открывание рта.

Запрокидывание головы осуществляют следующим образом: одну руку подкладывают под шею пострадавшего и приподнимают как можно выше. Другую руку помещают на лоб и надавливают на голову (рис. 1.34).

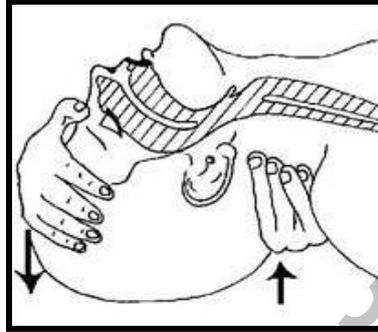


Рис. 1.34. Запрокидывание головы

При вышеуказанных манипуляциях происходит не только отхождение корня языка от задней стенки гортани, но и частичное открывание рта. Запрокидывание головы обеспечивает восстановление проходимости дыхательных путей.

Выдвижение вперед нижней челюсти и открывание рта. Осуществив запрокидывание головы, двумя руками захватывают нижнюю челюсть пострадавшего возле ушной раковины. Затем большими пальцами оттягивают нижнюю губу и выводят нижнюю челюсть вперед. Таким образом, отмечается еще большее открывание рта (рис. 1.35).

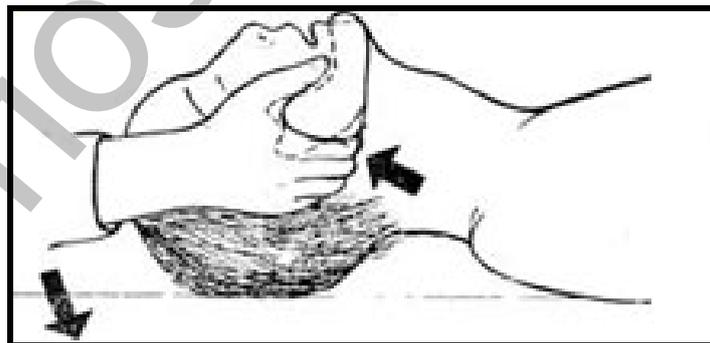


Рис. 1.35. Выдвижение вперед нижней челюсти и открывание рта

При подозрении на травму шейного отдела позвоночника (автомобильная авария, падение с высоты и т.д.) рекомендуют ограничиться только выдвижением нижней челюсти. Если не удастся при этом

обеспечить свободную проходимость дыхательных путей, то, не вызывая травму, осуществляют запрокидывание головы.

При проведении тройного приема Сафара необходимо осмотреть ротовую полость и, увидев инородное тело (обломки зубов, выпавший зубной протез), удалить его. Для этого можно использовать бинт, носовой платок, салфетку.

Поддержание дыхания путем искусственной вентиляции легких. Выделяют два основных способа искусственного дыхания: «изо рта в рот» и «изо рта в нос».

При проведении искусственной вентиляции способом «изо рта в рот» пострадавшему зажимают нос, осуществляют глубокий вдох, губами плотно обхватывают губы больного и делают выдох. Продолжительность вдувания воздуха должна составлять 1 секунду. Выдох в ротовую полость пострадавшего не должен быть слишком резким или большим. Вдувание воздуха должно сопровождаться видимым движением грудной клетки. После проведения данных мероприятий необходимо освободить нос больного. Длительность интервала между вдохами – 4–5 секунд. При вдувании воздуха в гигиенических целях рот пострадавшего должен быть прикрыт носовым платком (рис. 1.36).



Рис. 1.36. Искусственное дыхание методом «изо рта в рот»: а – вдох; б – выдох

Искусственное дыхание способом «изо рта в нос» проводится в тех случаях, когда не удастся у больного открыть ротовую полость (при судорогах, при повреждении нижней челюсти и др.). Для осуществления данного способа искусственной вентиляции легких пострадавшему закрывают рот, осуществляют глубокий вдох, губами плотно обхватывают нос больного и делают в него выдох. Как только грудная клетка приподнялась, освобождают носовую полость пострадавшего и слегка приоткрывают ему рот, обеспечивая свободный выдох.

Соотношение компрессия/дыхание – 30:2, вне зависимости от количества человек, осуществляющих мероприятия по оживлению организма. При проведении реанимационных мероприятий необходимо осуществлять оценку дыхания и пульса у больного каждые 2 минуты.

Реанимационная помощь более эффективна в том случае, если она осуществляется двумя спасателями. Мероприятия по оживлению организма с участием двух человек проводятся практически непрерывно и характеризуются равномерностью распределения физической нагрузки. При оказании реанимационной помощи должна осуществляться частая и быстрая смена спасателей.

Один из спасателей постоянно удерживает голову пострадавшего в запрокинутом положении, осуществляет искусственную вентиляцию легких, определяет пульс на сонных артериях, вслух ведет счет компрессий грудной клетки.

К признакам эффективности мероприятий по оживлению организма относят:

1. Восстановление пульса на сонной артерии.
2. Появление реакции зрачков на свет.
3. Восстановление дыхания.
4. Появление сознания.

Критериями прекращения мероприятий по оживлению организма являются:

1. Возникновение опасности для здоровья спасателей.
2. Отсутствие признаков эффективности мероприятий по оживлению организма в течение 30 минут.

Лекция 7. Первая помощь при поражении электрическим током, молнией, при ожогах пламенем, отморожении, утоплении

1. Ожоги пламенем и отморожения. Последовательность и содержание мероприятий по оказанию первой помощи.
2. Действие электрического тока на организм человека. Последовательность и содержание мероприятий по оказанию первой помощи.
3. Утопление. Виды утопления, особенности оказания первой помощи при истинном утоплении.

1. Ожоги пламенем и отморожения. Последовательность и содержание мероприятий по оказанию первой помощи

Ожог – это повреждение тканей организма человека, вызванное действием высокой температуры, электрического тока, опасных химических веществ и радиоактивного излучения.

Выделяют две основные классификации ожогов – по типу повреждения и по глубине поражения.

По типу повреждения ожоги делятся на термические, электрические, химические и лучевые.

Термические ожоги – это травмы, вызванные действием высоких температур. Основными факторами поражения являются: пламя, жидкость, пар, раскаленные предметы.

Электрические ожоги – ожоги, образующиеся в результате воздействия электрического тока.

Химические ожоги – это повреждения от химически активных веществ (щелочи, кислоты).

Лучевые ожоги – ожоги, возникающие при воздействии различных видов излучений (световое излучение, ионизирующее излучение).

По глубине поражения тканей организма человека выделяют четыре степени ожогов.

При ожогах I степени отмечается поверхностное повреждение верхнего слоя эпидермиса. Вышеуказанные ожоги сопровождаются покраснением кожи, небольшим отеком и болью. Ожоговая травма заживает через 2–4 дня без следов поражения.

Ожоги II степени характеризуются полным поражением поверхностного слоя эпидермиса. При этом отмечается боль, образование небольших пузырей, содержащих прозрачную жидкость. Данный ожог заживает через 1–2 недели без образования рубца.

Выделяют ожоги III А и III Б степеней. При ожогах III А степени происходит повреждение всех слоев эпидермиса. Отмечается также частичное поражение дермы. На месте поражения образуется мягкая или сухая корочка (ожоговый струп) светло-коричневого цвета. Вышеуказанные ожоги проявляются снижением болевой чувствительности, отеком тканей, образованием пузырей большого размера с темно-желтым содержимым. Если ожоговая травма не осложнена инфекцией, то существует возможность самостоятельного восстановления поверхности кожи. Заживление ожога отмечается через 3–4 недели с образованием рубца.

Ожоги III Б степени в основном характеризуются тотальной гибелью кожи и частичным поражением подкожно-жировой клетчатки. На поверхности кожного покрова образуются плотные темно-коричневые струпы и пузыри, наполненные темно-красной жидкостью. Отмечается медленное заживление ожога с образованием рубца. Снижение чувствительности кожного покрова может сохраняться и после выздоровления.

При ожогах IV степени происходит повреждение кожи, подкожно-жировой клетчатки, мышц и костей. На месте поражения образуются ожоговые струпы темно-коричневого или черного цвета. Продолжительность

данной ожоговой травмы составляет 3–4 месяца. При ожогах IV степени остаются обширные рубцы и длительно текущие язвы. Устранение различных дефектов тканей обеспечивается пересадкой кожи (рис. 1.37).

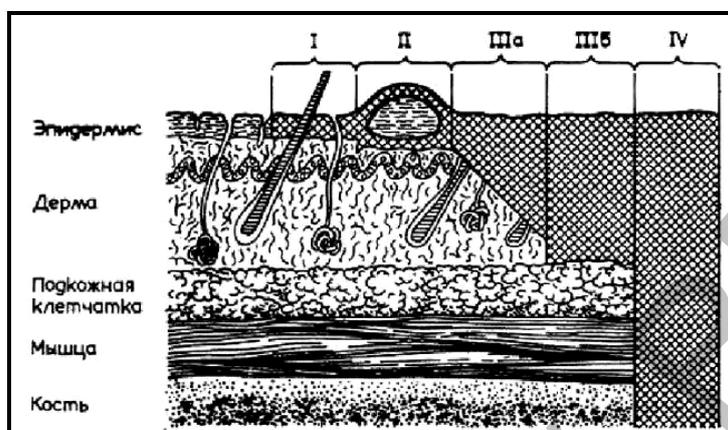


Рис. 1.37. Ожоги по глубине поражения

Из ожогов по типу повреждения наиболее часто встречаются **ожоги пламенем**. Данные ожоги возникают по причине неосторожного обращения с огнем. Ожоги пламенем наиболее опасны в закрытых помещениях. Это связано с тем, что к ожогам кожного покрова добавляются поражения дыхательных путей горячим дымом. Наряду с пламенем, большую опасность для кожного покрова человека представляет обгоревшая одежда. Удаление остатков данной одежды является сложной задачей при обработке раны. Незамеченные нити обгоревшей одежды могут привести к развитию инфекции.

При воздействии на ткани пламя вызывает испарение влаги и свертывание белка. Длительное воздействие пламени на кожу приводит к ее сокращениям и разрывам. Ожоги пламенем в основном относятся к ожогам II степени.

Последовательность и содержание мероприятий по оказанию первой помощи при ожогах пламенем:

1. **Потушить горящую одежду на человеке.** При возгорании одежды человек начинает метаться, раздувая пламя. Для оказания помощи пострадавшего необходимо остановить. При тушении пламени можно использовать любой подручный материал (куртку, пальто, одеяло и др.) или облить горящего человека водой. Необходимо удалить пострадавшего из зоны пожара.

2. **Освободить пострадавшего от тлеющей одежды.** Негативное воздействие высокой температуры на кожный покров определяется длительностью прижатия к ней тлеющей одежды. Остатки данной одежды, которые не зафиксировались в ране, необходимо разрезать и осторожно снять с пострадавшего.

3. *Закрывать ожоговую поверхность перевязочным или подручным материалом.* При небольших по площади ожогах I и II степеней на поврежденный участок кожи необходимо наложить асептическую (стерильную) повязку. При обширных ожогах III и IV степеней пострадавшего необходимо завернуть в чистую простынь, не раздевая его. При этом больного нужно тепло укрыть, напоить теплым чаем и обеспечить покой до прибытия бригады скорой медицинской помощи.

Отморозение – это повреждение тканей организма человека, вызванное действием неблагоприятных факторов внешней среды (низкая температура воздуха, высокая влажность, сильный ветер).

Большинство отморожений отмечается при температуре воздуха -10°C и ниже. В то же время в регионах с высокой влажностью холодовая травма может наступить и при температуре от -5 до 0°C .

При длительном и интенсивном воздействии низких температур происходит стойкий спазм сосудов и нарушение кровообращения. Кроме низких температур, нарушению кровообращения и возникновению обморожения способствуют следующие факторы:

- тесная обувь или одежда;
- действие алкоголя и курения;
- сахарный диабет, атеросклероз;
- кровопотеря;
- общая ослабленность организма.

В 95% случаев холодовой травме подвержены конечности, в основном нижние. Повреждающее действие не распространяется выше лучезапястного или голеностопного суставов и ограничивается пальцами. Это связано с недостаточным кровоснабжением периферических отделов конечностей в сравнении с другими тканями и органами тела человека.

При воздействии низких температур происходит повреждение не только кожного покрова, но и всех тканевых компонентов отмороженной части тела. Это необходимо учитывать, чтобы не проводить сравнение между ожогами и отморожениями.

Для оказания своевременной и правильной помощи пострадавшим с отморожениями холодовые травмы делятся на **4 степени тяжести в зависимости от глубины поражения тканей.**

Отморозение I степени возникает при непродолжительном воздействии низких температур. Отмечается побледнение поврежденного участка кожного покрова. После согревания кожа приобретает красноватый оттенок и становится отечной. Вышеуказанные отморожения сопровождаются жжением, покалыванием, онемением, зудом и болью. Поврежденные ткани восстанавливаются через 5–7 дней.

Отморозение II степени происходит при более длительном воздействии низкой температуры. Характерным признаком данного отморожения является образование пузырей, наполненных прозрачной жид-

костью. При холодовой травме II степени отмечаются значительные боли, длительное время сохраняется нарушение чувствительности кожи. Заживление кожного покрова происходит в течение 1–2 недель.

Отморожение III степени характеризуется повреждением всех слоев кожи. На месте поражения возникают пузыри, содержащие кровянистую жидкость. Отторжение поврежденных тканей завершается через 2–3 недели. Данному воздействию в основном подвержена ногтевая пластинка. Если отторжение ногтей не произошло, то они вырастают деформированными. В дальнейшем отмечается рубцевание длительностью до 1 месяца. В отличие от отморожений II степени болевые ощущения более интенсивные и продолжительные.

Отморожение IV степени сопровождается поражением кожи, подкожно-жировой клетчатки, мышц и костей. Данная холодовая травма сочетается с отморожениями II и III степеней. Отморожения IV степени характеризуются сильными болями, значительным отеком, утратой чувствительности и отсутствием пузырей. Пузыри наблюдаются на участках кожи, где имеются отморожения II и III степеней. Поврежденный участок кожного покрова резко синюшный. Длительность процесса отторжения поврежденной конечности составляет около 1,5–2 месяцев. Лечение холодовой травмы IV степени приводит к ампутации отмороженной части тела.

Мероприятия по оказанию первой помощи при отморожении включают 2 этапа:

1 этап – до начала согревания пораженной части тела;

2 этап – после согревания пораженной части тела.

На 1 этапе необходимо прекратить воздействие холода на организм пострадавшего и восстановить кровообращение в поврежденной конечности.

Пострадавшего следует внести в теплое помещение, а затем снять одежду и обувь. Обувь снимают осторожно, чтобы не повредить отмороженную конечность. При быстром согревании поверхностных слоев кожного покрова прогревание глубоких слоев осуществляется медленнее и в них слабо восстанавливается кровоток. Не получая в достаточном количестве кислорода и питательных веществ верхние слои кожи погибают. Таким образом, при отморожениях не рекомендуется использовать горячие ванны, грелки, бутылки с горячей водой.

На поврежденную конечность осуществляют наложение ватно-марлевой или шерстяной повязки. Шерстяную повязку необходимо накладывать поверх хлопчатобумажной ткани. При появлении ощутимого тепла повязку следует снять. Для пораженной части тела создают покой и обеспечивают пострадавшего горячим сладким чаем.

На 2 этапе осуществляют наложение сухой стерильной или проглаженной утюгом повязки на поврежденную конечность. При

сильных болях пострадавшего обеспечивают обезболивающим средством. После проведения вышеуказанных мероприятий необходимо осуществить иммобилизацию пораженной части тела и доставить больного в лечебное учреждение.

2. Действие электрического тока на организм человека. Последовательность и содержание мероприятий по оказанию первой помощи

Электрический ток – это направленное движение электронов в проводнике.

Поражение человека электрическим током отмечается при контакте с источником напряжения. Организм человека является хорошим проводником электричества, так как содержит большое количество жидкости и солей.

К основным факторам, влияющим на исход поражения электрическим током, относятся:

1. Величина тока.
2. Продолжительность воздействия тока.
3. Индивидуальные особенности организма.

1. Величина тока. Наименьшая величина электрического тока, вызывающая ощутимые раздражения (зуд, легкое пощипывание) в организме человека составляет 1 миллиампер (мА), или 1 Вольт (В). При вышеуказанном значении были зарегистрированы случаи поражения электрическим током. Имели место и случаи, когда электротравма при силе тока 8–10 А и напряжении 10 000 В не приводила к летальному исходу.

Таким образом, прямой зависимости между величиной тока и его поражающим действием не существует. Кроме того, не существует и совершенно безопасных пороговых значений напряжения и силы тока. Однако с повышением величины электрического тока увеличивается и тяжесть поражения. Это связано с увеличением числа электронов и их взаимодействием с клетками организма (рис. 1.38).

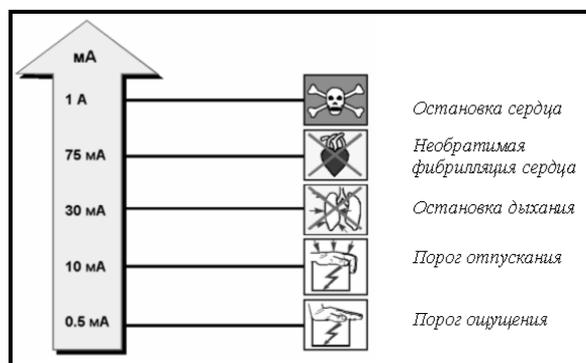


Рис. 1.38. Воздействие величины электрического тока на организм человека

2. *Продолжительность воздействия тока.* Чем больше продолжительность действия тока на организм человека, тем больше вероятность летального исхода. Наиболее опасная длительность действия электрического тока – 1 с и более. Данная величина совпадает с продолжительностью сердечного цикла (0,8 с).

При увеличении тока и длительности его протекания через тело человека отмечается усиление местного нагрева кожи. Это приводит к расширению сосудов и увеличению выделения пота. Повышение влажности кожного покрова сопровождается резким снижением электрического сопротивления. Различные повреждения (ссадины, порезы) также уменьшают электрическое сопротивление кожи.

Индивидуальные особенности организма. Наиболее восприимчивы к действию электрического тока – лица, страдающие болезнями кожи, нервной и сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, эндокринной системы. Тяжесть поражения током возрастает в состоянии алкогольного опьянения.

Выделяют 4 вида воздействия электрического тока на организм человека (рис. 1.39).

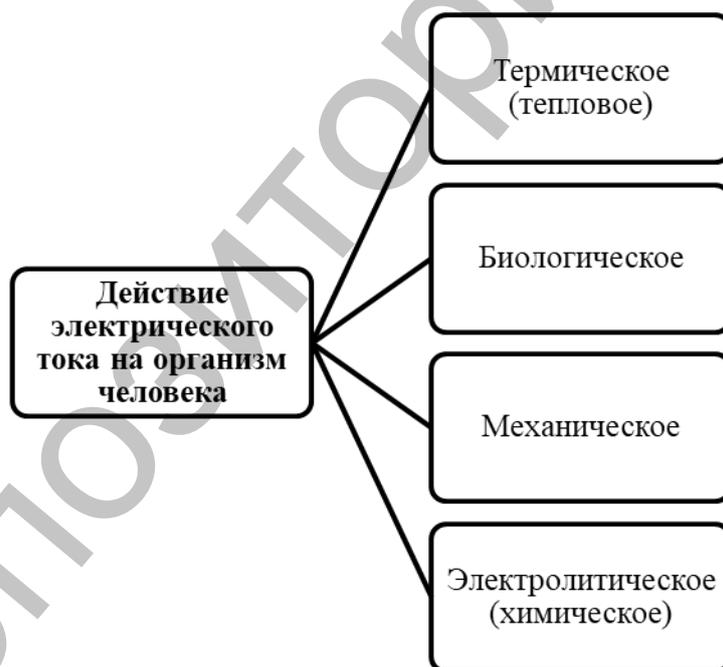


Рис. 1.39. Виды воздействия электрического тока

Термическое действие тока приводит к ожогам кожи, а также к разрыву нервов и кровеносных сосудов.

Биологическое действие электрического тока характеризуется раздражением живых тканей, что сопровождается судорожным сокращением мышц.

При механическом воздействии в результате резких судорожных сокращений мышц отмечаются разрывы кожи, нервов, кровеносных сосудов, а также переломы костей и даже отрывы конечностей.

Электролитическое (химическое) действие тока заключается в разложении крови и других органических жидкостей, что сопровождается изменением их физико-химического состава. Воздействие электрического тока на человека приводит к электротравмам. **Электротравма** – это комплекс повреждений, полученных вследствие поражения природным или техническим электричеством.

По данным статических исследований, электротравмы распределяются следующим образом:

- 20% – местные повреждения;
- 25% – общие поражения;
- 55% – смешанные электротравмы.

К местным повреждениям, вызванным воздействием электрического тока, относятся: электрические ожоги, механические повреждения, электрические знаки, металлизация кожи, электроофтальмия.

Электрический ожог – наиболее распространенная электрическая травма. Выделяют два вида электрических ожогов в зависимости от условий возникновения: токовые (контактные) и дуговые.

Токовый (контактный) ожог наблюдается при соприкосновении с токоведущей частью электроустановок высокого напряжения (не более 2000 В). Токовые ожоги в основном относятся к ожогам I и II степеней. Иногда при напряжении выше 380 В возникают ожоги III–IV степеней.

Дуговой ожог обусловлен напряжением более 2000 В. При работе в электроустановках высокого напряжения могут быть созданы условия для образования электрической дуги. Для данного явления характерна высокая температура – более 3500°C. Дуговые ожоги являются ожогами III и IV степеней.

Механические повреждения связаны с длительным пребыванием человека под напряжением в электрооборудовании до 1000 В. Механическое действие тока характеризуется непроизвольным судорожным сокращением мышц.

Электрические знаки (электрические метки). При плотном соприкосновении с токоведущей частью электроустановки образуются пятна овальной формы размером от 1 до 5 мм. Электрические знаки могут быть бледно-желтого или серого цвета. Встречаются метки в виде царапин, бородавок, мозолей и т.д. Электрические знаки образуются в результате некроза (омертвления) пораженных участков кожного покрова. Поверхность метки не имеет воспаления, безболезненна и заканчивается заживлением.

Металлизация кожи отмечается при повреждении кожного покрова мелкими частицами расплавленного металла под действием электрической дуги. При электрометаллизации возникает ожог кожи. Поврежденный участок кожного покрова имеет темный оттенок и характеризуется твердостью, болезненностью. За относительно короткое время пораженная кожа приобретает эластичность и нормальный вид.

Электроофтальмия характеризуется воспалением наружных оболочек глаза под действием интенсивного светового излучения электрической дуги. Развитие воспалительных процессов отмечается через 4–8 часов после ультрафиолетового облучения. Электроофтальмия сопровождается резкой болью в глазах, слезотечением, гнойными выделениями из глаз, частичной потерей зрения. В большинстве случаев воспаление длится несколько дней.

Электрический удар (общие поражения) – общее воздействие электрического тока на организм человека, приводящее к непроизвольным судорожным сокращениям различных мышц тела, нарушению работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

В зависимости от последствий поражения током электрические удары включают 5 стадий:

1. Легкое судорожное сокращение мышц.
2. Судорожное сокращение мышц, характеризующееся сильными болями. Человек находится в сознании.
3. Судорожное сокращение мышц. Отмечается потеря сознания. Сохраняется дыхание и сердечная деятельность.
4. Пострадавший находится без сознания. Происходит нарушение дыхания и работы сердца.
5. Остановка дыхания и кровообращения (клиническая смерть).

Последовательность и содержание мероприятий по оказанию первой помощи при поражении электрическим током:

1. Освободить пострадавшего от действия тока. При оказании помощи пострадавшему необходимо отключить электроустановку с помощью выключателя или рубильника. В связи с отключением электричества требуется предусмотреть наличие других источников света (аварийное освещение, фонарь и т.п.).

Если установку отключить невозможно, необходимо перерубить провода топором с деревянной сухой рукояткой. Кроме того, провода можно перекусить инструментом с изолированными рукоятками. Человека, пораженного током, можно оттянуть от электроустановки, взявшись за его одежду. Не рекомендуется касаться сырой одежды и открытых частей тела пострадавшего.

Если человек, пораженный током, сильно сжимает руками провода, то необходимо разжать его руки, отгибая каждый палец в отдельности. Для осуществления данного мероприятия обеспечивают

изоляция своих рук с помощью диэлектрических перчаток, шарфа, платка и т.п. Для изоляции себя от земли можно использовать резиновые сапоги, сухую доску, сверток одежды и т.д. Провод, которого касается пострадавший можно, отбросить с помощью различных токонепроводящих предметов (сухая деревянная палка, доска и др.).

2. Оценить состояние пострадавшего и при необходимости приступить к проведению мероприятий по оживлению организма.

Если больной в сознании, но в течение длительного времени находился под электрическим током, его следует уложить на подстилку из одежды и обеспечить полный покой до прибытия бригады скорой медицинской помощи. При этом необходимо осуществлять непрерывный контроль пульса и дыхания. Отрицательное воздействие тока может проявиться не сразу, а через несколько часов и даже дней. Если скорую медицинскую помощь быстро вызвать невозможно, надо срочно обеспечить доставку пострадавшего в лечебное учреждение.

Если у человека, пораженного током, отсутствует сознание, но сохраняются устойчивым пульс и дыхание, его укладывают на подстилку, расстегивают одежду и обеспечивают приток свежего воздуха. При этом следует обрызгать лицо водой, поднести к носу вату, смоченную в нашатырном спирте, постоянно следить за дыханием и пульсом. Пострадавшему необходимо обеспечить полный покой и срочно вызвать бригаду скорой медицинской помощи.

Если больной без сознания, плохо дышит (неритмично, судорожно), но пульс определяется, необходимо приступить к искусственной вентиляции легких.

Если у пострадавшего отсутствуют сознание, дыхание, пульс (состояние клинической смерти), необходимо срочно приступить к проведению мероприятий по оживлению организма (искусственное дыхание, непрямой массаж сердца).

При появлении рвоты для удаления рвотных масс надо повернуть голову и плечи пострадавшего набок. В случае возникновения ожогов необходимо наложить стерильную повязку.

Особенности поражения атмосферным электричеством (молнией) при грозовых разрядах, первая помощь. Напряжение молнии колеблется от десятков миллионов до миллиарда вольт. Длительность атмосферного разряда составляет 7–8 секунд. Поражение человека атмосферным электричеством часто отмечается на открытых пространствах. Молния вызывает возгорание деревьев и железнодо-рожных трансформаторных установок.

Поражения, вызываемые атмосферным разрядом, делятся на первичные и вторичные. Первичные поражения возникают в результате непосредственного попадания молнии в человека. Вторичные поражения человек получает через работающие электрические приборы,

которые становятся проводниками тока при попадании в них атмосферного разряда.

Молния характеризуется тепловым и механическим поражающим действием. При этом отмечаются глубокое обугливание тканей, разрывы кожи, судороги, остановка дыхания и кровообращения. Специфическим признаком молнии являются древовидные светлорозовые или красные полосы, охватывающие значительную площадь кожи. Данные полосы образуются в результате расширения капилляров в зоне контакта атмосферного разряда с телом человека. Прямое поражение человека молнией приводит к отрыву конечностей или фрагментированию тела.

Первая помощь пострадавшим от атмосферного разряда заключается в проведении искусственной вентиляции легких и непрямого массажа сердца. После восстановления дыхания больному необходимо обработать ожоги, напоить горячим чаем и доставить в больницу.

3. Утопление. Виды утопления, особенности оказания первой помощи при истинном утоплении

Утопление – терминальное состояние, вызванное поступлением воды в дыхательные пути.

Выделяют 4 типа утопления:

1. Истинный (мокрый).
2. Асфиктический (сухой).
3. Синкопальный (рефлекторный).
4. Смешанный.

Истинный тип утопления характеризуется поступлением большого количества воды в дыхательные пути и легкие. Если под давлением воды начинают разрушаться капилляры, то она проникает в кровь. В течение нескольких минут после поступления жидкости в легкие возникает отек легких и тяжелая степень гипоксии (недостаток кислорода). Помимо легких вода проникает в желудок и кишечник. Мокрый тип утопления часто случается у людей, не умеющих плавать.

Истинное утопление делят на 3 стадии:

1. Начальный.
2. Агональный.
3. Клиническая смерть.

1. Начальная стадия. У пострадавшего сохраняется сознание и способность задерживать дыхание при повторных погружениях в воду. Отмечается синюшность (цианоз) кожных покровов. Дыхание частое, возникают приступы кашля. Наблюдается вздутие живота и рвота

в связи с поступлением в желудочно-кишечный тракт большого количества воды. Повышенное артериальное давление и тахикардия сменяются на снижение давления и брадикардию. После утопления в течение нескольких дней отмечаются слабость, головная боль, головокружение и кашель.

2. *Агональная стадия.* У пострадавшего отсутствует сознание. Сохраняются дыхательные движения и сердечные сокращения. Пульс определяется только на сонных и бедренных артериях. Кожа имеет резко цианотичный оттенок и холодная на ощупь. Из носовой полости и рта наблюдается выделение пенистой жидкости розового цвета. Иногда наблюдаются набухшие вены шеи и предплечий.

3. *Клиническая смерть.* Данная стадия характеризуется отсутствием дыхания, пульса и реакции зрачков на свет. Внешний вид пострадавшего такой же, как и в стадии агонии. При клинической смерти мероприятия по оживлению организма не являются успешными.

Асфиктический тип утопления обусловлен спазмом гортани в результате раздражения рецепторов, находящихся в дыхательных путях, водой. При вышеуказанном утоплении вода не поступает в легкие и желудочно-кишечный тракт. Отмечается прекращение доступа воздуха в легкие – асфиксия. Если асфиктическое состояние под водой продолжается в течение длительного времени, оно сопровождается клинической смертью. При этом возникает большая опасность для организма человека, так как вода постепенно проникает в дыхательные пути. Асфиктическое утопление вызывается состоянием алкогольного опьянения, резким испугом, сильным ударом о воду головой или животом.

Данное утопление не имеет начальной стадии. В стадии агонии кожные покровы резко цианотичные, пульс отчетливо определяется только на сонных и бедренных артериях. При клинической смерти отмечается синюшность кожи и появление пенистой жидкости из воздухоносных путей. Синюшная окраска кожных покровов обусловлена выраженной гипоксией. При температуре воды 18–20°C продолжительность клинической смерти составляет 4–6 минут. Это несколько дольше, чем при истинном утоплении. Реанимационные мероприятия на стадии клинической смерти не являются успешными.

Синкопальный тип утопления возникает в результате спазма сосудов и рефлекторной остановки сердца и дыхания. Данный тип утопления обусловлен воздействием холодной воды на кожу, поступлением небольшого количества ледяной воды в дыхательные пути, сильным эмоциональным потрясением (страх перед погружением в воду), падением с высоты. Кроме того, синкопальное утопление отмечается при аллергии на воду, различных заболеваниях сердца и легких. Данное утопление встречается в основном у женщин и детей.

При синкопальном типе утопления наиболее выражена стадия клинической смерти. Дыхание, пульс и реакция зрачков на свет отсутствуют. Спазм кожных капилляров вызывает бледность кожи. Отмечается отсутствие выделения пенистой жидкости из дыхательных путей. При температуре воды 18–20°С длительность клинической смерти – более 6 минут. При утоплении в ледяной воде продолжительность данной стадии увеличивается в 3–4 раза. Это связано с тем, что при общей гипотермии (температура тела ниже 35°С) обеспечивается защита коры головного мозга от гипоксии. Отмечены случаи спасения людей, находящихся в холодной воде в течение 30–40 минут.

Смешанный тип утопления включает признаки истинного и асфиктического типов.

Решающим фактором в спасении людей при утоплении является фактор времени. В течение минуты после утопления можно спасти 90% пострадавших, через 6–7 минут – 1–3%.

К основным способам извлечения тонущего человека из воды относятся:

1. Способ забрасывания.
2. Способ вытягивания.
3. Спасение вплавь.
4. Перенос утопающего.

1. Способ забрасывания применяется в том случае, если пострадавший находится недалеко от берега и поблизости имеются предметы, подходящие для спасения (спасательный круг, надувной матрац, доска). Данный предмет бросают так, чтобы пострадавший мог за него ухватиться.

2. Способ вытягивания осуществляют с помощью предметов, которые можно привязать к плавсредствам или протянуть пострадавшему (крепкая палка, весло, веревка).

3. Спасение вплавь. Данный способ используется в тех случаях, когда тонущий человек находится далеко от берега. На первом этапе надо добраться до тонущего человека вплавь, взяв с собой плавсредство. Затем необходимо остановиться от пострадавшего на некотором расстоянии и протянуть ему вышеуказанное средство. Плавсредство надо удерживать между собой и тонущим человеком. В дальнейшем пострадавшего можно извлечь из воды на берег.

4. Перенос утопающего осуществляют следующим образом. Голову тонущего человека удерживают над водой, ухватившись за плавсредство. С помощью спасательного средства с пострадавшим можно доплыть до мелководья. В дальнейшем человека, извлеченного из воды, переносят на берег на руках или волоком.

При спасении пострадавшего необходимо соблюдать меры личной безопасности. К тонущему человеку необходимо подплывать только

сзади, чтобы избежать его захватов. Пострадавшего надо подхватить за подмышки и, поддерживая его лицо над водой, плыть к берегу (рис. 1.40).

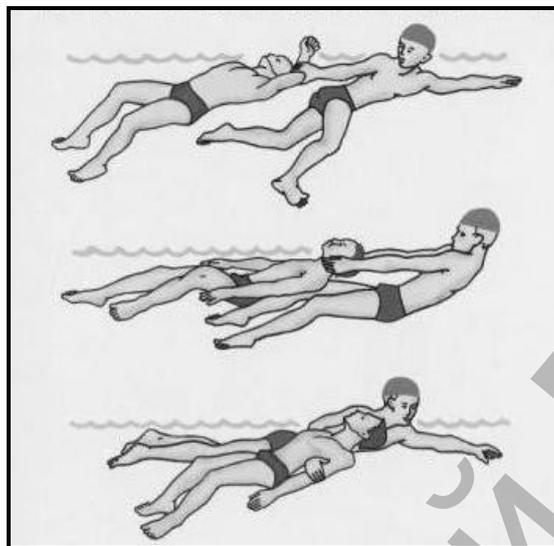


Рис. 1.40. Извлечение тонущего человека из воды

Особенности оказания первой помощи при истинном утоплении:

1. Удаление жидкости из дыхательных путей. Для осуществления данного мероприятия человека, извлеченного из воды, необходимо положить животом на ногу, согнутую в коленном суставе, и надавить на грудную клетку в области нижних ребер. При этом пострадавшего надо похлопывать по спине (рис 1.41).

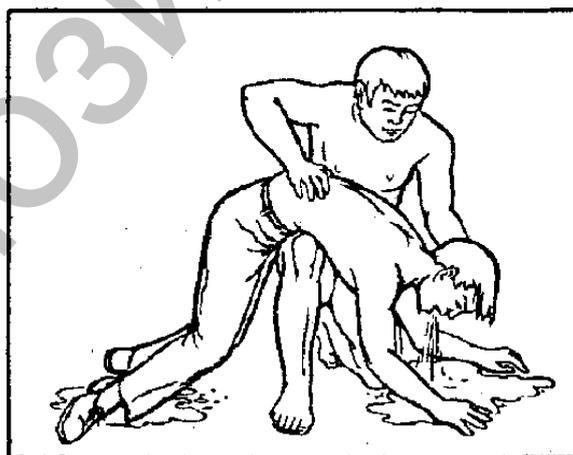


Рис. 1.41. Первая помощь при истинном утоплении

2. Проведение мероприятий по оживлению организма в случае отсутствия у пострадавшего дыхания.

3. Обеспечение доставки человека, извлеченного из воды, в лечебное учреждение.

Раздел 2. Радиационная безопасность

Лекция 1. Радиоэкологическая ситуация в Республике Беларусь после катастрофы на Чернобыльской АЭС

1. Анализ причин катастрофы, ее развитие и ликвидация.
2. Направление распространения радиоактивного облака и характер радиоактивного загрязнения территорий Республики Беларусь.
3. Пути внешнего и внутреннего облучения населения, проживающего в зоне радиоактивного загрязнения. Период полураспада и краткая характеристика основных радионуклидов.
4. Оценка экономического ущерба, нанесенного стране Чернобыльской катастрофой.

1. Анализ причин катастрофы, ее развитие и ликвидация

Анализ причин катастрофы. Чернобыльская атомная электростанция (ЧАЭС) расположена на севере Украины в 8–11 км от границы с Республикой Беларусь (рис. 2.1).

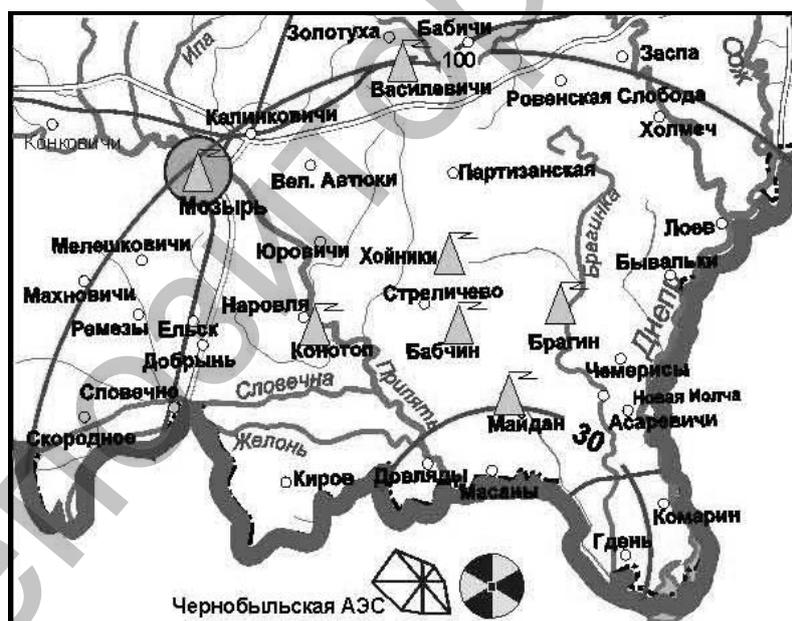


Рис. 2.1. Географическое положение ЧАЭС

На станции функционировало 4 энергоблока с ядерными реакторами типа РБМК-1000 (реактор большой мощности канальный). Общая загрузка реактора – 180–190 т ядерного топлива (уран-235 и уран-238). Чернобыльская АЭС входила в число самых мощных атомных станций в СССР, также как Ленинградская и Курская (рис. 2.2).

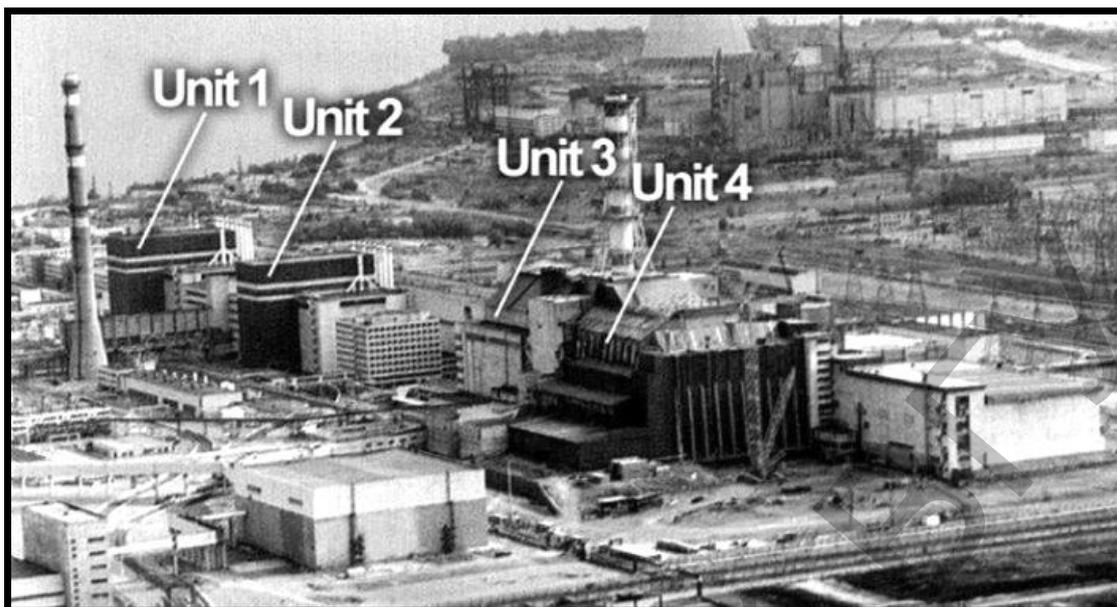


Рис. 2.2. Чернобыльская атомная электростанция

26 апреля 1986 года на 4-м энергоблоке ЧАЭС во время проведения эксперимента произошла авария. Цель эксперимента – проверка возможности охлаждения активной части реактора в случае потери основного источника электропитания. **Катастрофа на 4-м энергоблоке ЧАЭС была вызвана следующими причинами:**

1. Конструктивные недостатки, связанные с нарушениями в проекте ядерной энергетической установки (ЯЭУ) РБМК-1000.
2. Нарушения при строительстве (в технологии монтажа).
3. Ошибки в программе эксперимента.
4. непрофессиональные действия персонала 4-го энергоблока ЧАЭС по проведению эксперимента.

1. Основными конструктивными недостатками ЯЭУ РБМК-1000 являлись:

- большое количество тепловой энергии, аккумулированной в металлоконструкциях, графитной кладке реактора;
- несовершенство системы аварийной остановки реактора;
- отсутствие защитной оболочки.

2. Нарушения в технологии монтажа. Было установлено, что часть труб на 4-м энергоблоке ЧАЭС изготовлены из стали, а не из циркония (работы по строительству энергоблока надо было завершить к очередному съезду КПСС, а труб из циркония не оказалось). Стальные трубы по сравнению с циркониевыми менее термостойки, поэтому при значительном повышении температуры они деформировались и исключили возможность регулировать мощность реактора.

3. Ошибки в программе эксперимента связаны с изменением режима работы системы аварийного охлаждения реактора (САОР) и

отключением САОР. Этот эксперимент не был скоординирован со специалистами, отвечающими за безопасность ядерного реактора.

4. Непрофессиональные действия персонала по проведению эксперимента. Извлечение практически всех стержней управления и защиты из активной зоны реактора, а также сокращение потока охлаждающей жидкости привели к увеличению пара и паровому взрыву, уничтожившему активную зону реактора. Второй взрыв, произошедший 2 секунды спустя, только усугубил разрушения (рис. 2.3).

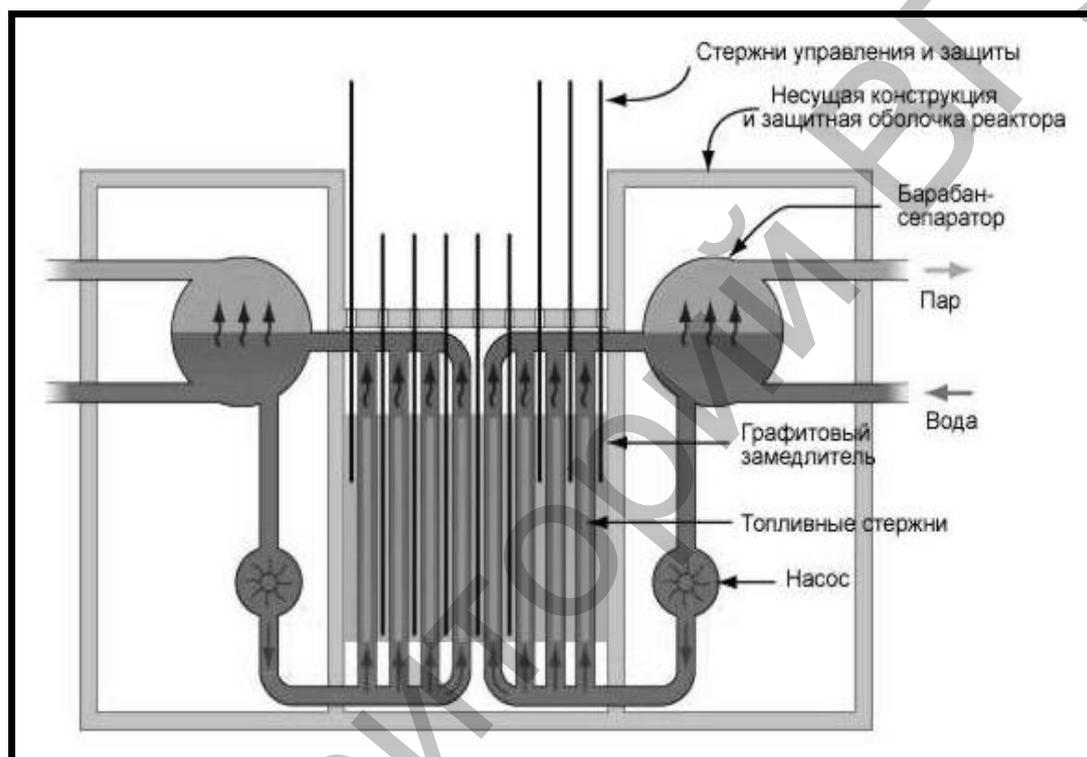


Рис 2.3. Реактор 4-го энергоблока ЧАЭС

Развитие катастрофы. В результате двух взрывов был полностью разрушен реактор 4-го энергоблока ЧАЭС.

Первый взрыв зарегистрирован в 1 ч 23 мин 44 с, второй взрыв – в 1 ч 23 мин 46 с. Взрывы на 4-м энергоблоке сопровождались пожаром. В первые дни после аварии в окружающую среду было выброшено 4–8 т радиоактивных веществ. Кроме того, 120–130 тонн топлива (долгоживущих радионуклидов) и 700 т радиоактивного реакторного графита поступило в окружающую среду в последующий период. Всего в воздух было выброшено около 450 различных типов радионуклидов, к числу важнейших из которых отнесено 20 (табл. 2.1). Выбросы из реактора продолжались примерно 20 суток. Наиболее интенсивные выбросы радиоактивных веществ зарегистрированы в течение первых 10 суток.

По международной шкале радиационных аварий, авария на ЧАЭС отнесена к 7-му уровню радиационных аварий и является глобальной катастрофой. Высота выброса радиоактивных веществ составила 1,5–2 км. Радиоактивная загрязненность различных районов оказалась неравномерной. Неравномерность загрязнения связана с такими факторами, как длительность радиоактивных выбросов из реактора, изменение направления ветра и направления радиоактивного облака, наличие осадков.

Таблица 2.1

**Радионуклиды, попавшие в выброс
в результате Чернобыльской катастрофы**

Нуклиды	Общий объем выбросов, %	Период полураспада
Ксенон-33	100	5,3 сут.
Йод-131	50–60	8,0 сут.
Цезий-134	20–40	2,0 г
Цезий-137	20–40	30 лет
Теллур-132	25–60	78 ч
Стронций-89	4–6	52 сут.
Стронций-90	4–6	28 лет
Барий-140	4–6	12,8 сут.
Молибден-99	более 3,5	67 ч.
Рутений-103	более 3,5	39,6 сут.
Рутений-106	более 3,5	1 г
Цирконий-95	3,5	1,4 ч.
Церий-141	3,5	33,0 сут.
Церий-144	3,5	285 сут.
Нептуний-239	3,5	2,4 г
Плутоний-238	3,5	86 лет
Плутоний-239	3,5	24400 лет
Плутоний-240	3,5	6580 лет
Плутоний-241	3,5	13,2 г
Кюрий-242	3,5	163 сут.

Мероприятия по ликвидации катастрофы ЧАЭС:

1. Тушение пожара.
2. Сброс с вертолетов до 5 тыс. т различных материалов для поглощения нейтронов, тепла и снижения количества выбрасываемых частиц (табл. 2.2).

Материалы, применяемые для ликвидации катастрофы на ЧАЭС

Материал	Количество, т	Цель применения
Соединения бора	40	Поглощение нейтронов
Свинец	2400	
Песок и глина	1800	Поглощение тепла и снижение количества выбрасываемых частиц
Доломит	600	

3. Создание под реактором тоннеля для подачи жидкого азота (охлаждения) и предотвращения поступления радиоактивных веществ в грунтовые воды.

4. Расчистка крыши третьего энергоблока от радиоактивного мусора.

5. Строительство объекта «Укрытие» или «Саркофага». Основная часть саркофага была построена к ноябрю 1986 г. Весь объект, представляющий собой железобетонное сооружение, был завершен в 1988 г. Объект «Укрытие» уменьшил радиацию из разрушенного реактора в 100 раз. «Саркофаг» построен в виде контрольно-измерительной системы, способной не только следить за процессами в реакторе, но и прогнозировать их развитие.

2. Направление распространения радиоактивного облака и характер радиоактивного загрязнения территорий Республики Беларусь

После катастрофы на ЧАЭС радиоактивные осадки выпадали в течение двух лет. Радиоактивное загрязнение земной поверхности было зарегистрировано на двух континентах – Евразии и Северной Америки.

Катастрофа на ЧАЭС охватила территорию двух континентов:

1. Восточная Европа: Беларусь, Россия, Украина, Венгрия, Польша, Румыния, Чехия, Болгария, Молдавия
2. Северная Европа: Швеция, Финляндия, Норвегия, Дания.
3. Западная Европа: Бельгия, Франция, Ирландия, Нидерланды, Люксембург, Австрия, Германия, Швейцария.
4. Южная Европа: Греция, Испания, Португалия, Италия, Словения.
5. Западная Азия: Кипр, Израиль, Сирия, Турция.
6. Восточная Азия: Китай, Япония.
7. Южная Азия: Индия.
8. Северная Америка: Канада, США.

Характер радиоактивного загрязнения территорий Республики Беларусь. Радиоактивное загрязнение Беларуси началось сразу после взрыва реактора 4-го энергоблока ЧАЭС, т.к. радиоактивное облако перемещалось в северо-западном и северном направлениях. Особенности метеорологических условий и динамика выброса радиоактивных веществ определили мозаичный, неравномерный характер загрязнения территории Республики Беларусь. В настоящее время радиоактивное загрязнение зарегистрировано в 5 областях и 49 районах Беларуси (табл. 2.3).

Таблица 2.3

**Области Беларуси, загрязненные
Чернобыльскими радионуклидами**

Области	Количество районов	Районы, загрязненные радионуклидами
Гомельская	21	19
Могилевская	21	13
Минская	22	10
Брестская	16	4
Гродненская	17	3

Сразу после аварии на ЧАЭС радиационная обстановка в Беларуси определялась действием короткоживущих радионуклидов, в основном йодом – ^{131}I . Загрязнение данным радионуклидом отмечалось практически на всей территории Беларуси (рис. 2.4).

Наибольшему загрязнению ^{131}I подверглись Брагинский, Хойникский и Наровлянский районы Гомельской области. Уровень загрязнения данных территорий составил 37000 кБк/м^2 (1000 Ки/км^2). В Ветковском районе Гомельской области содержание в почве радиоактивного йода достигало 20000 кБк/м^2 . В Могилевской области наибольшему загрязнению подверглись Чериковский и Краснопольский районы. На вышеуказанных территориях уровень загрязнения йодом-131 составил $5550\text{--}11100 \text{ кБк/м}^2$. Высокие уровни загрязнения данным радионуклидом отмечались также в Ельском, Лельчицком, Житковичском, Петриковском районах Гомельской области, а также в Пинском, Лунинецком и Столинском районах Брестской области. Загрязнение территории Беларуси ^{131}I вызвало рост заболеваемости щитовидной железой, особенно у детей.

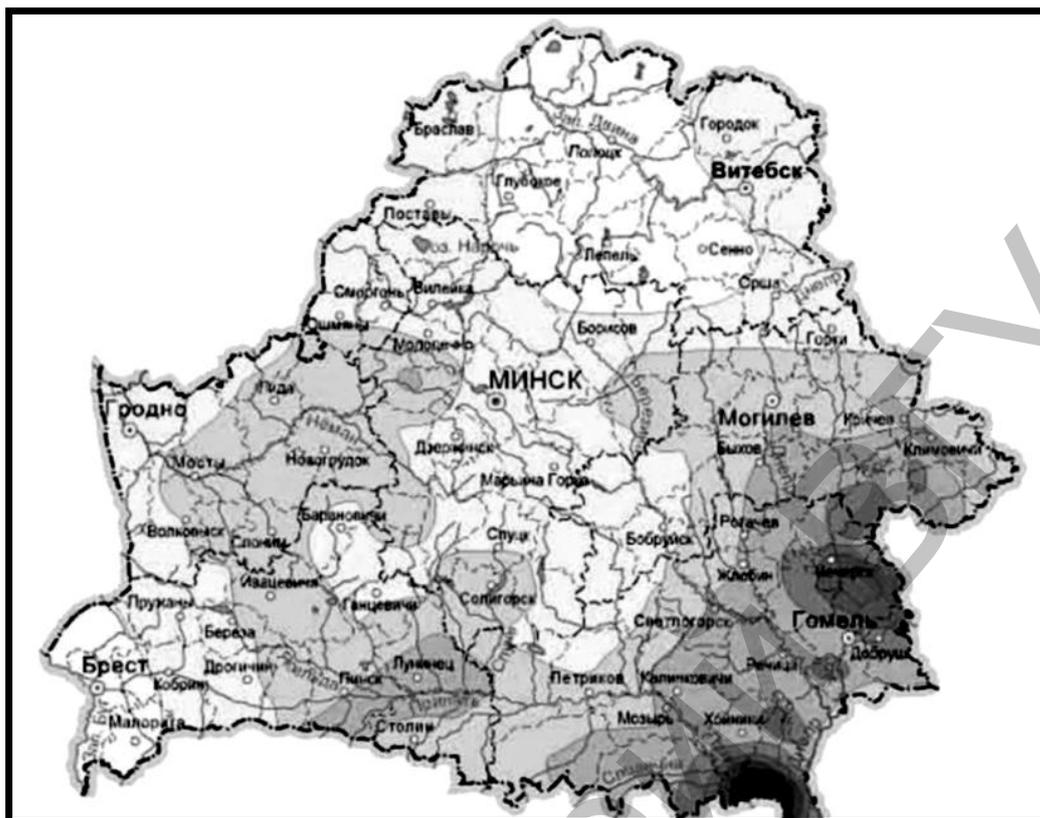


Рис. 2.4. Загрязнение Республики Беларусь ^{131}I по состоянию на май 1986 г.

После распада йода-131 стали доминировать долгоживущие радионуклиды, в основном, цезий-137 (^{137}Cs), стронций-90 (^{90}Sr), плутоний – 238, 239, 240 ($^{238,239,240,241}\text{Pu}$).

Наибольший вклад в радиоактивное загрязнение территории Республики Беларусь внес цезий-137. Площадь загрязнения данным радионуклидом с уровнем более 37 кБк/м^2 (1 Ки/км^2) составляла 46,45 тыс. км^2 (23% от всей площади республики). По состоянию на 1 января 2015 года территория загрязнения ^{137}Cs с вышеуказанным уровнем составляет 27,89 тыс. км^2 . Кроме того, плотность загрязнения почв данным радионуклидом с уровнем более 10 кБк/м^2 ($0,27 \text{ Ки/км}^2$) была зарегистрирована на площади 136,5 тыс. км^2 .

На отдельных участках 30-километровой зоны уровни загрязнения территории ^{137}Cs превышали 37000 кБк/м^2 . Даже через 30 лет после Чернобыльской катастрофы уровни загрязнения цезием-137 территории вышеуказанной зоны превышают 14800 кБк/м^2 .

Также наиболее высокие уровни загрязнения цезием-137 отмечались в северо-восточной части Гомельской и юго-восточной части Могилевской областей.

Значительно меньший вклад в загрязнение территории Беларуси внесли стронций-90 и изотопы плутония-238, 239, 240, 241 (рис. 2.5). На площади 21,1 тыс. км^2 (10% территории республики)

уровни загрязнения почв ^{90}Sr составили свыше $5,5 \text{ кБк/м}^2$ ($0,15 \text{ Ки/км}^2$). В Хойникском районе Гомельской области (30-километровая зона Чернобыльской АЭС) уровни загрязнения вышеуказанным радионуклидом составляли 1800 кБк/м^2 ($48,6 \text{ Ки/км}^2$). Также наиболее высокая плотность загрязнения почв стронцием-90 отмечена в Ветковском районе Гомельской области (137 кБк/м^2 или $3,7 \text{ Ки/км}^2$) и в Чериковском районе Могилевской области (29 кБк/м^2 или $0,78 \text{ Ки/км}^2$).

Наибольшая плотность загрязнения почв изотопами плутония-238, 239, 240, 241 с уровнем более 37 кБк/м^2 (1 Ки/км^2) зарегистрирована в Хойникском и Брагинском районах Гомельской области на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. На площади 4 тыс. км^2 (2% территории республики) плотность загрязнения почв изотопами плутония-238, 239, 240 составила свыше $0,37 \text{ кБк/м}^2$.

В связи с образованием америция-241 (продукт распада плутония-241) вплоть до 2059 года на территории Республики Беларусь будет наблюдаться увеличение активности данного радионуклида. Период полураспада америция-241 – 432 года.

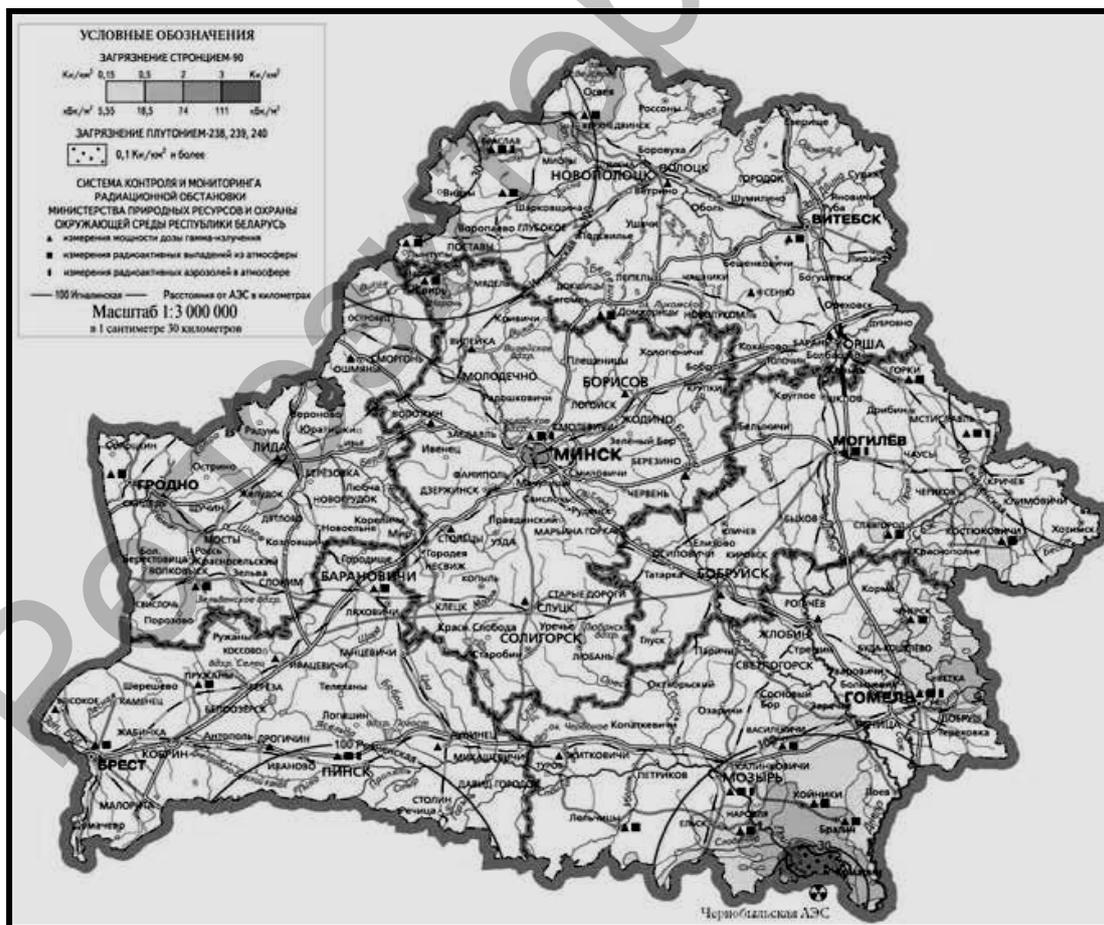


Рис. 2.5. Загрязнение территории Беларуси ^{90}Sr и $^{238,239,240}\text{Pu}$

В 1992 году в зонах радиоактивного загрязнения на территории 5 областей Беларуси находилось 3500 населенных пунктов с населением 1852850 человек. В соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11 января 2016 года на вышеуказанных территориях расположено 2193 населенных пункта с населением 1112675 человек.

Деление территорий на зоны в зависимости от плотности загрязнения почв радионуклидами. Территория и зоны радиоактивного загрязнения Республики Беларусь определены Законом Республики Беларусь от 26.05.2012 г. «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС».

Для определения плотности загрязнения почв радионуклидами использовались следующие величины:

1. Бк (Беккерель) – единица измерения активности (распада ядер) радиоактивного вещества в Международной системе единиц (СИ). 1 Бк – один распад ядер радионуклида за одну секунду. Одной из кратных единиц данной величины является кБк – килогеккерель (10^3 Бк).

2. Ки (Кюри) – внесистемная единица активности радионуклида. 1 Ки – 37 млрд распадов ядер в секунду.

Для определения дозы облучения населения на территориях, загрязненных радионуклидами, применяется такая величина, как **Зв (Зиверт)**. Зиверт – единица измерения эквивалентной (эффективной) дозы ионизирующего излучения в Международной системе единиц (СИ). Зиверт характеризует количество энергии, поглощенное килограммом биологической ткани. Одной из дольных единиц данной величины является мЗв – миллизиверт (10^{-3} Зв).

К территории радиоактивного загрязнения относятся часть территории Республики Беларусь с плотностью загрязнения почв радионуклидами цезия-137 либо стронция-90 или плутония-238, 239, 240 соответственно 37, 5,55, 0,37 кБк/кв. м (1,0, 0,15, 0,01 Ки/кв. км) и более, а также иные территории, на которых средняя годовая эффективная доза облучения населения может превысить 1 мЗв.

К территории радиоактивного загрязнения относятся и другие территории с меньшей плотностью загрязнения почв радионуклидами, на данных территориях невозможно или ограничено производство продукции, содержание радионуклидов в которой не превышает республиканских допустимых уровней.

На территории радиоактивного загрязнения в зависимости от плотности загрязнения почв радионуклидами и средней годовой эквивалентной дозы облучения населения выделяются следующие **зоны радиоактивного загрязнения:**

1. Зона эвакуации (отчуждения) – территория вокруг Чернобыльской АЭС, с которой в 1986 году было эвакуировано население (30-километровая зона) и территория, с которой проведено дополнительное отселение населения в связи с плотностью загрязнения почв радионуклидами стронция-90 более 111 кБк/м² (3 Ки/кв км) и плутония-238, 239, 240 более 3,7 кБк/кв. м (0,1 Ки/км²)).

2. Зона первоочередного отселения – территория с плотностью загрязнения почв радионуклидами цезия-137 от 1480 кБк/м² (40 Ки/кв. км) либо стронция-90 или плутония-238, 239, 240 соответственно 111, 3,7 кБк/кв. м (3, 0,1 Ки/км²) и более.

3. Зона последующего отселения – территория с плотностью загрязнения почв радионуклидами цезия-137 от 555 до 1480 кБк/кв. м (от 15 до 40 Ки/кв км) либо стронция-90 от 74 до 111 кБк/кв. м (от 2 до 3 Ки/кв. км) или плутония-238, 239, 240 от 1,85 до 3,7 кБк/кв. м (от 0,05 до 0,1 Ки/кв. км), на которой средняя годовая эффективная доза облучения населения может превысить 5 мЗв, и другие территории с меньшей плотностью загрязнения указанными радионуклидами, на которых средняя годовая эффективная доза облучения населения может превысить 5 мЗв.

4. Зона с правом на отселение – территория с плотностью загрязнения почв радионуклидами цезия-137 от 185 до 555 кБк/кв. м (от 5 до 15 Ки/кв. км) либо стронция-90 от 18,5 до 74 кБк/кв. м (от 0,5 до 2 Ки/кв. км) или плутония-238, 239, 240 от 0,74 до 1,85 кБк/кв. м (от 0,02 до 0,05 Ки/кв. км), на которой средняя годовая эффективная доза облучения населения может превысить 1 мЗв, и другие территории с меньшей плотностью загрязнения указанными радионуклидами, на которых средняя годовая эффективная доза облучения населения может превысить 1 мЗв.

5. Зона проживания с периодическим радиационным контролем – территория с плотностью загрязнения почв радионуклидами цезия-137 от 37 до 185 кБк/кв. м (от 1 до 5 Ки/кв. км) либо стронция-90 от 5,55 до 18,5 кБк/кв. м (от 0,15 до 0,5 Ки/кв. км) или плутония-238, 239, 240 от 0,37 до 0,74 кБк/кв. м (от 0,01 до 0,02 Ки/кв. км), на которой средняя годовая эффективная доза облучения населения не должна превышать 1 мЗв.

В соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11 января 2016 года «Об утверждении перечня населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения», определены районы Беларуси, которые расположены на территориях радиоактивного загрязнения (табл. 2.4).

Таблица 2.4

**Районы Республики Беларусь, находящиеся
в зонах радиоактивного загрязнения**

Область	Зона радиоактивного загрязнения	Район
Гомельская	Зона проживания с периодическим радиационным контролем	Брагинский, Буда-Кошелевский, Ветковский, Гомельский, Добрушский, Ельский, Житковичский, Жлобинский, Калинковичский, Кормянский, Лельчицкий, Лоевский, Мозырский, Наровлянский, Речицкий, Рогачевский, Светлогорский, Хойникский, Чечерский
	Зона с правом на отселение	Брагинский, Буда-Кошелевский, Ветковский, Добрушский, Ельский, Кормянский, Лельчицкий, Лоевский, Наровлянский, Рогачевский, Хойникский, Чечерский.
	Зона последующего отселения	Буда-Кошелевский, Ветковский, Добрушский, Наровлянский, Хойникский, Чечерский
Могилевская	Зона проживания с периодическим радиационным контролем	Бельничский, Быховский, Кировский, Климовичский, Кличевский, Костюковичский, Краснопольский, Кричевский, Могилевский, Мстиславский, Славгородский, Чаусский, Чериковский
	Зона с правом на отселение	Быховский, Климовичский, Костюковичский, Краснопольский, Кричевский, Могилевский, Славгородский, Чаусский, Чериковский
	Зона последующего отселения	Костюковичский, Краснопольский, Чериковский
Минская	Зона проживания с периодическим радиационным контролем	Березинский, Борисовский, Вилейский, Воложинский, Крупский, Логойский, Молодечненский, Слуцкий, Солигорский, Столбцовский
	Зона с правом на отселение	Воложинский
Брестская	Зона проживания с периодическим радиационным контролем	Дрогичинский, Лунинецкий, Пинский, Столинский
	Зона с правом на отселение	Столинский
Гродненская	Зона проживания с периодическим радиационным контролем	Дятловский, Ивьевский, Новогрудский

Постановлением Верховного Совета БССР от 19 июля 1990 г. «О мерах по ускорению реализации Государственной программы по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС» Республики Беларусь была объявлена зоной **национального экологического бедствия**.

Согласно Закону Республики Беларусь от 26.05.2012 «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», **национальным радиационным экологическим бедствием** является катастрофа на ЧАЭС, приведшая к неблагоприятным изменениям экологической ситуации и условий жизнедеятельности человека вследствие выпадения на территорию республики значительного количества радионуклидов.

3. Пути внешнего и внутреннего облучения населения, проживающего в зоне радиоактивного загрязнения. Период полураспада и краткая характеристика основных радионуклидов

После катастрофы на ЧАЭС сформировалось несколько типов воздействия радиоактивных веществ на организм человека (рис. 2.6):



Рис. 2.6. Типы воздействия радиоактивных веществ

1. Внешнее гамма-облучение от радиоактивного облака. Вклад данного облучения в формирование дозы составил 2,5%. Внешнее гамма-облучение было кратковременным и продолжалось до образования на местности радиоактивного следа.

2. Ингаляционное поступление радиоактивных веществ в организм человека. Связано с внутренним облучением организма и составляет 4,5% дозы данного облучения. Ингаляционное облучение обусловлено аэрозольным загрязнением воздуха и развивается в 2 этапа:

а) относительно кратковременный. Данный тип характеризуется выбросом из реактора различных газов и аэрозолей, образованием и перемещением радиоактивных облаков и их осаждением на поверхность земли и воды;

б) непрерывный – вторичное загрязнение атмосферы, обусловленное ветровым подъемом пыли. Вторичное загрязнение атмосферы представляет особую опасность для населения, постоянно проживающего и работающего на радиоактивно загрязненных территориях.

3. Внешнее гамма-излучение от осевших на земную поверхность радионуклидов. Воздействие осевших радионуклидов на организм человека очень интенсивное и длительное. Его вклад в дозу внешнего облучения населения составляет 50–60%.

4. Попадание радионуклидов в организм человека по пищевым цепочкам. Данный тип воздействия радионуклидов характеризуется особенностями почв, в основном Белорусского Полесья. Более половины радиоактивно загрязненных земель Беларуси составляют почвы легкого механического состава. Легкие почвы характеризуются следующими свойствами: незначительная емкость поглощения, низкая обеспеченность гумусом и вторичными глинистыми материалами. В данных почвах такие радионуклиды, как цезий-137 и стронций-90, плохо связываются почвенными частицами, и поэтому коэффициент перехода их в растения высокий. Легкие почвы (песчаные, подзолистые, торфяно-болотные) характерны для Белорусского Полесья. В отличие от легких почв, чернозем, глинистая почва хорошо связывают радионуклиды.

Период полураспада и краткая характеристика основных радионуклидов. Йод-131 является источником бета (β)- и гамма (γ)-излучения. Период полураспада ($T_{1/2}$) – более 8 суток. ^{131}I обладает высокой летучестью и хорошо проникает в молоко, рыбу, овощи и ягоды. В организм человека попадает через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и кожу. Йод-131 в основном поступает в щитовидную железу, где его концентрация в 200 раз выше, чем в других органах и тканях. Накопление радиоактивного йода в щитовидной железе человека приводит к нарушению образования в ней гормонов и изменению процессов роста, созревания тканей и органов, процессов роста и развития костей. ^{131}I повреждает генетический аппарат клеток щитовидной железы и способствует в ней развитию ракового заболевания. Период биологического полувыведения ($T_{\text{биол}}$) радиоактивного йода из щитовидной железы составляет 138 дней, из других органов – 10–15 суток.

В связи с тем, что в БССР не была сразу проведена йодная профилактика, значительная часть населения подверглась высоким уровням облучения щитовидной железы. Йодная профилактика проводилась только со 2 мая для переселенцев из пострадавших районов, для остального населения йодная профилактика не проводилась.

Цезий-137 – это щелочной металл, образующий β - и γ - излучения. $T_{1/2}$ – более 30 лет. До аварии на ЧАЭС поступление цезия в окружающую среду было связано с ядерными взрывами. Цезий-137 очень летуч, что объясняет загрязнение значительных территорий СССР и мира в целом. Большое количество ^{137}Cs концентрируется в зерне, стеблях картофеля, зелени, рыбе. Основной путь поступления в организм человека – желудочно-кишечный тракт. Большая часть радиоактивного цезия хорошо усваивается организмом. Данный радионуклид в основном накапливается в мышцах, сердце и печени. Цезий-137 – аналог калия (при низком содержании калия в организме усваивается цезий). В результате облучения организма ^{137}Cs возникают: угнетение системы кроветворения, лейкемия, рак молочной железы, рак печени, опухоль кожи и т.д. $T_{\text{биол}}$ из организма взрослых составляет 80–160 дней, а из организма детей – 40–80 дней.

Стронций-90 – это щелочноземельный металл, который хорошо усваивается растениями, животными, человеком. Является источником бета-излучения. Период полураспада данного микроэлемента – более 29 лет. Стронций-90 не обладает высокой летучестью, и территории, загрязненные им, незначительны. По пищевой цепочке (растение–животное–человек) поступает в организм человека. Основными концентраторами ^{90}Sr являются: злаковые, листовые овощи, рыба, цельное молоко, костные бульоны. ^{90}Sr по своим химическим свойствам является аналогом кальция, поэтому накапливается в основном в костной ткани. Концентрируясь в костях, данный радионуклид облучает красный костный мозг, что способствует развитию рака крови у людей и животных. Период полувыведения стронция-90 из мягких тканей составляет 10 суток, из костей – 8–10 лет.

Плутоний-239 представляет собой металл, относящийся к радиоактивному ряду актиния (урана-актиния) и редкоземельным металлам. Для данного радионуклида характерно α -излучение и слабое γ - излучение. $T_{1/2}$ плутония-239 – более 24000 лет. В организм человека проникает через легкие и желудочно-кишечный тракт. При недостатке стронция и кальция ^{239}Pu концентрируется в костной ткани. Данный микроэлемент также накапливается в легких, печени, лимфатических узлах. Плутоний-239 подавляет систему кроветворения, иммунную систему, приводит к образованию цирроза печени, опухоли легких и костей. $T_{\text{биол}}$ из костной ткани составляет 100 лет, из печени – 40 лет.

4. Оценка экономического ущерба, нанесенного стране Чернобыльской катастрофой

Оценка экономического ущерба, нанесенного стране Чернобыльской катастрофой. Экономический ущерб, нанесенный Республике Беларусь в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, оценивается в 235 млрд долларов США (32 госбюджета республики на 1985 г.). Данные экономические потери Беларуси составлены на 30-летний период преодоления последствий Чернобыльской катастрофы. В результате значительных загрязнений Республики Беларусь на территории отселения были ликвидированы: 53 колхоза и совхоза, 95 больниц и других медицинских учреждений, 607 школ и детских садов, более 500 объектов бытового обслуживания, торговли и общественного питания, более 430 населенных пунктов. Несмотря на значительное распространение радионуклидов в Республике Беларусь, в зонах радиоактивного загрязнения функционировало около 340 промышленных предприятий (табл. 2.5).

Таблица 2.5

Промышленность Беларуси в зонах радиоактивного загрязнения

Отрасль промышленности	Продукция (%)
Горная металлургия	73
Медицинская и микробиологическая	43
Топливная	40
Лесная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная	35

Часть предприятий в связи с переселением жителей из загрязненных районов понесли большие потери от снижения объемов производства. Основные потери приходятся на топливо и сырье.

В результате радиоактивного загрязнения Беларусь потеряла 2,65 тыс. км² сельхозугодий и 22 месторождения минерально-сырьевых ресурсов. Потери минерально-сырьевых ресурсов составили: 5 млн м³ строительного песка, песчано-гравийных материалов и глин, 7,7 млн т мела, 13,5 млн т торфа. В результате радиоактивного загрязнения в южной части Припятской нефтегазовой области (25,3 млн т нефти) ограничены геолого-разведочные работы.

1,5 млн га леса и 132 месторождения минерально-сырьевых ресурсов находятся на территории, загрязненной радионуклидами.

Лекция 2. Биологические эффекты воздействия ионизирующего излучения на организм человека

1. Действие различных видов ионизирующего излучения на организм.
2. Чувствительность органов и тканей к воздействию ионизирующего излучения.
3. Пороговый уровень дозы облучения. Детерминированные и стохастические эффекты воздействия ионизирующего излучения на организм.

1. Действие различных видов ионизирующего излучения на организм

Действие ионизирующих излучений на организм человека обусловлено строением атома, ядра и физическими процессами, протекающими в них.

Живые тела состоят из химических веществ, так же как и тела неживой природы. Важнейшей составной частью данных веществ являются химические элементы. Мельчайшие частицы химических элементов – атомы. В центре атома находится ядро, состоящее из протонов и нейтронов. За пределами ядра на орбиталях расположены электроны.

В природе существуют химические элементы, атомы которых состоят из разного количества нейтронов, но одинакового числа протонов. Такие атомы назвали изотопами. Изотопы имеют массовое число (A) и зарядовое число (Z). Массовое число включает в себя протоны и нейтроны. Зарядовое число (атомный номер, порядковый номер химического элемента) состоит из протонов. Количество нейтронов равно разности между массовым и зарядовым числами: $N=A-Z$.

Большинство элементов таблицы Менделеева имеет несколько изотопов. В настоящее время в состав 108 химических элементов входят 1900 изотопов. Среди естественных изотопов к стабильным относятся примерно 280, 46 являются радиоактивными. Остальные изотопы получены в искусственных условиях в результате ядерных реакций.

Наряду с изотопами или радиоизотопами существуют и разные химические элементы. Такие элементы называются нуклидами (радионуклидами).

Радиоактивность – это свойство атомных ядер некоторых химических элементов самопроизвольно превращаться (распадаться) в другие элементы с испусканием излучений различного типа. Причиной распада ядер является нарушение соотношения между количеством протонов и нейтронов. Такие нарушения характерны как для тяжелых химических элементов, так и для легких.

Связанное с превращением атомных ядер распространение различных видов излучений называется **радиацией**.

Радиоактивность и радиация существовали в космосе еще до появления Земли. Радиоактивные элементы вошли в состав Земли еще до зарождения на ней жизни. Мутации, вызываемые радиоактивностью, возможно, послужили одной из основных причин повышения организации живых организмов в процессе их эволюции. В любой живой ткани, в том числе и в организме человека, в следовых количествах содержатся радиоактивные вещества.

Радиоактивное излучение, образующее заряженные ионы при взаимодействии с окружающей средой, называют **ионизирующим**. Существуют два вида ионизирующих излучений – корпускулярные и электромагнитные.

Корпускулярное излучение состоит из частиц: β -частиц (электронов и позитронов), α -частиц (протонов и нейтронов). **Электромагнитное излучение** представлено квантами или фотонами (γ -излучение, рентгеновское излучение). Электромагнитные и корпускулярные излучения характеризуются рядом таких параметров, как энергия, скорость, длина пробега, ионизирующая способность (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Параметры основных ионизирующих излучений

Вид излучения	Параметры			
	Энергия	Скорость (км/с)	Длина пробега	Ионизирующая способность
α	2–11 МэВ	12000–22500	в воздухе – 2–10 см, в биологической среде (вода ткань) – 0,1 мм	25–100 тыс. пар ионов
β	0,015–13,5 МэВ	100–300 тыс.	воздух – 25 см–20 м, вода и биологическая ткань – до 2 см	20–300 пар ионов
γ	10 кэВ–5 МэВ	300 тыс.	В воздухе 100 м–1,5 км, в тканях – 14 см–1 м	2–3 пары ионов

Параметры излучения определяют характер воздействия на организм человека.

С увеличением длины пробега излучений возрастает и его проникающая способность.

Так, α -излучение с небольшой проникающей способностью полностью задерживается кожей человека. Защитой от альфа-частиц могут служить: одежда, лист бумаги, 10-сантиметровый слой воздуха.

Бета-излучения, ввиду большей проникающей способности, вызывают образования различных ожогов на открытой поверхности ко-

жи. Кроме того, воздействие данных излучений на хрусталик глаза может привести к лучевой катаракте. От β -частиц защищает: зимняя одежда, стекло, алюминий.

Среди вышеуказанных излучений, наибольшей проникающей способностью обладают гамма-лучи. Гамма-кванты проходят насквозь тело человека. Для защиты от гамма-излучения применяют свинец и бетон. Свинец толщиной в 1,6 см и бетон толщиной в 10 см способны снизить воздействие гамма-квантов, например, радиоактивного кобальта, в 2 раза.

Наряду с проникающим эффектом большое значение имеет и ионизирующая способность. Чем больше ионизация, тем выше разрушительный эффект воздействия излучений на организм человека.

С ионизирующим излучением тесно связан процесс облучения человека. **Облучение** – это воздействие ионизирующих излучений на объекты окружающей среды (растений, животных, человека).

Облучение делится на внешнее и внутреннее. **Внешнее облучение** – это облучение, находящееся вне организма. **Внутреннее облучение** – облучение, возникающее вне организма.

Доза внешнего облучения распределяется следующим образом: 14% – доза гамма-излучения Земли и зданий, 12% – пищевых продуктов и напитков, 10% – космических лучей. Кроме того, население Беларуси дополнительно подвергается облучению от радионуклидов: цезия-137 (90%), стронция-90 (9%), изотопов плутония (1%).

Внутреннее облучение возникает при поступлении радиоактивных веществ внутрь организма с пищей, воздухом и водой. Оно формируется за счет искусственной радиации (цезий, стронций, плутоний) и радиации естественного происхождения. На долю последней приходится 67% суммарной дозы облучения.

Выделяют этапы воздействия ионизирующих излучений на организм человека (рис. 2.7)

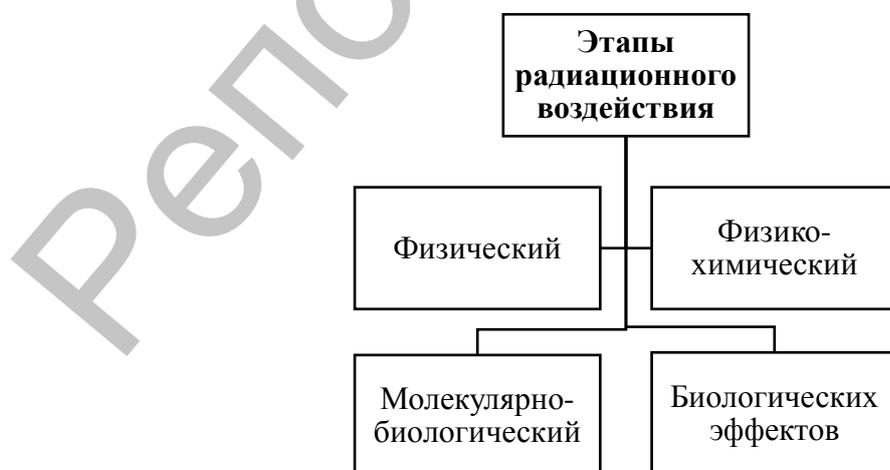


Рис. 2.7. Этапы воздействия ионизирующих излучений на организм человека

1. Физический этап. Характеризуется ионизацией и возбуждением атомов и молекул в результате поглощения энергии ионизирующего излучения. Продолжительность физического этапа составляет 10^{-12} – 10^{-8} с.

2. Физико-химический этап. Отмечается разрыв химических связей молекул клеток и тканей под воздействием энергии ионизирующих излучений и продуктов радиолиза (распада) воды. Данные изменения могут привести к разрушению белков, ферментов, гормонов. Длительность физико-химического этапа от 10^{-7} с до нескольких часов.

3. Молекулярно-биологический этап. На данном этапе возникают следующие изменения: повреждение клеточных мембран, органоидов клетки, нарушение синтеза РНК и ДНК, наличие генных мутаций. Нарушение синтеза РНК способствует образованию злокачественных опухолей и вторичных радиотоксинов, вызывающих лучевую болезнь и старение. На молекулярно-биологическом этапе наблюдается также повреждение макромолекул ферментов и различные изменения белков, липидов и углеводов.

4. Этап биологических эффектов характеризуется повреждением различных органов и систем: красного костного мозга, желудочно-кишечного тракта. Отмечаются злокачественные новообразования: щитовидной железы, легких, крови и т.д. Наблюдаются изменения генетической характеристики в результате мутаций.

2. Чувствительность органов и тканей к воздействию ионизирующего излучения

Изменения, происходящие в организме растений, животных и человека под воздействием радиоактивного излучения, определяются такими показателями, как радиочувствительность и радиорезистентность (радиоустойчивость).

Радиочувствительность – это реакция тканей, органов и систем организма на низкие уровни ионизирующего облучения.

Радиорезистентность (радиоустойчивость) – это устойчивость организма к большим дозам облучения.

На данные показатели оказывает влияние ряд факторов:

1. Доза облучения. Изменения в организме человека могут быть вызваны как однократным, так и многократным облучением. Однократная доза облучения – это доза, полученная человеком в течение первых четырех суток. Предельно допустимой дозой однократного облучения является 0,5 Зв. Доза облучения, превышающая четверо суток, называется многократной. При многократном облучении (10–30 суток) предельно допустимая доза – 1 Зв (начало острой лучевой болезни).

2. Время облучения. В течение двух месяцев облученный организм восстанавливается на 85%. Необратимые изменения в организме человека, связанные с воздействием ионизирующих излучений, состав-

ляют 15%. Таким образом, доза 0,5 Зв повторно может быть получена через 2 мес. При этом суммарная доза не должна быть больше 1 Зв.

3. Тип радиационного излучения. Основным параметром, характеризующим воздействие радиационных излучений на организм человека, является ионизация. Наибольшей ионизирующей способностью обладают альфа-излучения. При поступлении внутрь организма альфа-частицы в 20 раз более опасны, чем гамма-кванты.

4. Возраст. Установлено, что дети, люди пожилого возраста более восприимчивы к действию ионизирующей радиации. Восприимчивость организма к облучению связана с возрастными изменениями иммунной системы. В детском возрасте иммунная система еще не сформирована. В пожилом она уже ослаблена.

5. Функциональное состояние организма. Хронические заболевания, кровопотери, ожоги, беременность (8–15 недели) усиливают воздействие радиации на организм человека.

6. Индивидуальные особенности организма. Чувствительность различных людей к действию ионизирующих излучений неодинакова. Например, у ликвидаторов, получивших одинаковые дозы, степень воздействия лучевых поражений была разной.

7. Половые особенности радиочувствительности организма. Установлено, что мужчины менее устойчивы к воздействию ионизирующей радиации, чем женщины.

8. Накопление радионуклидов в организме. Например, йод-131 концентрируется в щитовидной железе. Накопление стронция-90 происходит в костной ткани. Органы, концентрирующие радионуклиды, подвержены большим дозам внутреннего облучения и различным заболеваниям. При этом облучение может распространяться на другие ткани и органы (рис. 2.8).

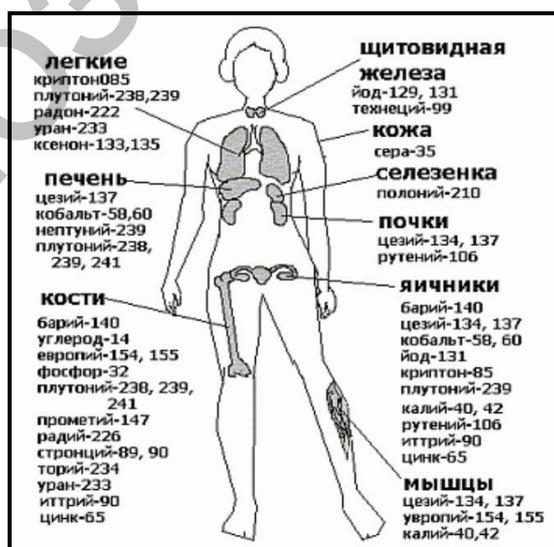


Рис. 2.8. Накопление радиоактивных веществ в организме человека

9. Чувствительность органов и тканей к воздействию ионизирующего излучения. Различные органы и ткани человека обладают разной чувствительностью к действию ионизирующей радиации. Радиочувствительность на уровне органов и тканей в основном определяется особенностями функционирования клеток. Ткани, состоящие из малодифференцированных активно размножающихся клеток, являются наиболее чувствительными к действию ионизирующей радиации. Более устойчивы к облучению – высокоспециализированные малообновляемые ткани. Исключение составляют лимфоциты. Данные клетки являются высокоспециализированными и характеризуются высокой радиочувствительностью.

По степени уменьшения чувствительности к действию ионизирующих излучений ткани и органы можно разместить в следующем порядке: красный костный мозг и лимфоидная ткань, половые железы, кожа, легкие, пищеварительные железы, щитовидная железа, мышечная ткань, костная ткань, нервная ткань (рис. 2.9).

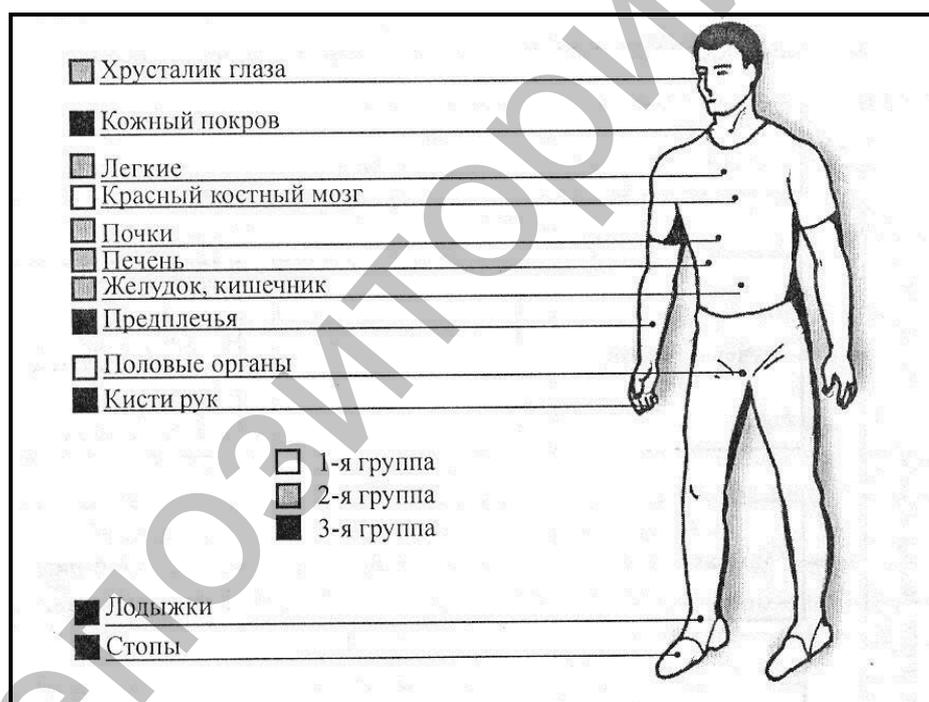


Рис. 2.9. Радиочувствительность органов и тканей к воздействию радиации

3. Пороговый уровень дозы облучения.

Детерминированные и стохастические эффекты воздействия ионизирующего излучения на организм

Пороговый уровень дозы облучения – это безопасная доза облучения, которая не оказывает поражающего действия на организм человека. С учетом данного показателя выделяют пороговое и беспоро-

роговое действие радиации. К пороговому действию радиации относят **детерминированные** радиобиологические эффекты (тканевые реакции), а к беспороговому – **стохастические (вероятностные)** эффекты ионизирующего излучения.

Детерминированные эффекты радиации у людей возникают при наличии разовой пороговой дозы в **0,25 Зв**. Данная величина не является строгой и зависит в основном от индивидуальных особенностей организма.

Детерминированные радиобиологические эффекты делятся на **ближайшие** (возникают в течение нескольких недель после облучения) и **отдаленные** (наступают через несколько лет после облучения).

К ближайшим эффектам радиации относятся: острая и хроническая лучевая болезнь, локальные лучевые повреждения (лучевые ожоги кожи, лучевая катаракта, стерилизация).

После катастрофы на ЧАЭС в организме человека была выявлена своеобразная форма ОЛБ. Данная форма была связана с воздействием на организм общего относительно равномерного гамма-облучения всего тела в сочетании с бета-облучением кожного покрова и частичным поступлением смеси радионуклидов (йода, цезия) через органы дыхания. Основными пострадавшими после Чернобыльской катастрофы явились сотрудники атомной станции и участники ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Из 237 пострадавших в 134 случаях был установлен диагноз «острая лучевая болезнь». У пострадавших с данным диагнозом была выявлена различная степень тяжести данного заболевания (табл. 2.7).

Таблица 2.7

**Распределение пострадавших по степени тяжести
острой лучевой болезни**

Степень тяжести ОЛБ	Количество пострадавших	Количество погибших
I	41	–
II	50	1
III	22	7
IV	21	20

Отдаленные эффекты радиации включают в себя: радиосклеротические процессы, радиокатарактогенез, радиоканцерогенез.

Стохастические эффекты ионизирующего излучения не имеют дозового порога, и тяжесть их проявления не зависит от дозы. В то же время с увеличением дозы повышается риск появления данных эффектов.

К стохастическим эффектам радиации относят: соматико-стохастические (злокачественные новообразования), **генетические** (генные мутации и хромосомные aberrации) **тератогенные** (умственная отсталость; возможен риск возникновения рака и генетических эффектов облучения плода).

У облученного человека латентный (скрытый) период возникновения стохастических эффектов ионизирующего излучения колеблется от 2–5 до 30–50 лет и более.

Психологические проблемы, связанные с реальной или субъективно воспринимаемой человеком опасностью облучения

Психологические проблемы, возникающие у людей в связи с опасностью облучения обусловлены различными психологическими реакциями.

Выделяют несколько стадий психологических реакций на облучение:

1. Острая реакция напряжения. На этой стадии возникают различные эмоциональные реакции. Данные реакции делятся на непосредственные и последующие. Непосредственные эмоциональные реакции наблюдаются уже в период самой радиационной катастрофы. Сразу же после окончания катастрофы и много позже возникают последующие эмоциональные реакции.

2. Посттравматическое стрессовое расстройство (PTSD) характеризуется различными изменениями в организме. Выделяют следующие критериальные группы основных симптомов PTSD:

- навязчивые переживания (иллюзии, бред, ночные кошмары);
- развитие отстраненности, отчужденности от реальной жизни;
- высокий уровень эмоционального напряжения.

Вышеуказанные симптомы отмечаются в организме человека в течение нескольких недель и даже месяцев. Для самостоятельного полного восстановления после PTSD требуются обычно многие годы.

3. Расстройство регуляции. На данной стадии происходит постепенное восстановление психологического статуса организма человека. Несмотря на это в течение многих лет в организме человека могут наблюдаться различные регуляторные расстройства. Данные расстройства связаны как с нервно-психической деятельностью человека, так и с функцией различных систем организма.

Лекция 3. Основные меры защиты населения от радиационного воздействия при авариях на атомных электростанциях

1. Законодательство Республики Беларусь в области радиационной безопасности.

2. Классификация мер защиты населения от техногенного облучения в результате аварий на атомных электростанциях.
3. Система радиационного мониторинга и контроля продуктов питания.

1. Законодательство Республики Беларусь в области радиационной безопасности

Основными законодательными документами в области радиационной безопасности являются:

1. Закон Республики Беларусь от 5 января 1998 г. «О радиационной безопасности населения».
2. Закон Республики Беларусь от 6 января 2009 г. «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий».
3. Закон Республики Беларусь от 26 мая 2012 г. «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС».

В соответствии с Законом Республики Беларусь от 5 января 1998 г. «О радиационной безопасности населения» выделяют принципы обеспечения радиационной безопасности населения при радиационной аварии и принципы обеспечения радиационной безопасности при практической деятельности.

Радиационная безопасность населения при радиационной аварии обеспечивается следующими принципами:

- уровни вмешательства должны обеспечивать предотвращение ранних и ограничение поздних медицинских последствий облучения;
- предполагаемые мероприятия по ликвидации последствий радиационной аварии должны приносить больше пользы, чем вреда;
- виды и масштаб деятельности по ликвидации последствий радиационной аварии должны быть реализованы таким образом, чтобы польза от снижения дозы ионизирующего излучения, за исключением вреда, причиненного указанной деятельностью, была максимальной.

Обеспечение радиационной безопасности при практической деятельности включает в себя следующие принципы:

- принцип нормирования – непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения;
- принцип обоснования – запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного превышающим естественный радиационный фон облучением;

- принцип оптимизации – поддержание на достижимо низком уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения.

2. Классификация мер защиты населения от техногенного облучения в результате аварий на атомных электростанциях

Классификация мероприятий по защите населения от облучения разработана в соответствии с Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.12.2012 г. «Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к радиационной безопасности».

Срочная защитная мера – защитная мера в случае аварийной ситуации, которая в целях обеспечения ее эффективности должна выполняться оперативно (обычно в течение нескольких часов) и эффективность которой в случае задержки ее принятия будет заметно снижена.

К срочным защитным мерам относятся: эвакуация, дезактивация людей, укрытие, защита органов дыхания, блокирование щитовидной железы, а также введение ограничений в отношении потребления потенциально загрязненных пищевых продуктов.

К долгосрочным мерам относят: переселение, сельскохозяйственные контрмеры, восстановительные меры.

Эвакуация и переселение. В апреле-мае 1986 года мероприятия по защите населения и ликвидации последствий Чернобыльской аварии проводились под руководством Совета Министров СССР и Минздрава СССР. Важнейшими мероприятиями по защите населения явились эвакуация и переселение.

Эвакуация – неотложное, временное перемещение (вывод) людей с территории с целью предотвратить или уменьшить краткосрочное радиационное облучение в случае аварийной ситуации.

Переселение (отселение) – не имеющие экстренного характера вывоз или массовое перемещение людей с загрязненной территории (зоны) с целью предотвращения хронического облучения.

Различают *переселение на постоянное жительство* (продолжительность превышает один или два года и возвращение не предусматривается) и *временное переселение*.

После катастрофы на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС эвакуация населения Беларуси осуществлялась с учетом оценки экспозиционной дозы облучения. Вначале эвакуация была проведена на территории радиусом 10 км от Чернобыльской АЭС. На данной территории доза облучения достигала 25 мР/ч. В дальнейшем эвакуация осуществлялась в 30-километровой зоне от ЧАЭС. Экспозиционная доза

облучения в данной зоне составила 5 мР/ч. 30-километровая зона Чернобыльской катастрофы охватила 3 района Республики Беларусь – Брагинский, Хойникский, Наровлянский. Эвакуация на данных территориях началась 2 мая 1986 г. В течение трех дней было эвакуировано 50 деревень с населением 11035 чел. 2–9 июня было проведено дополнительное переселение 28 деревень (6017 чел.). Еще 29 деревень (7327 чел.) было дополнительно переселено в конце августа.

В течение 1986 года из 107 наиболее загрязненных населенных пунктов Беларуси было эвакуировано и переселено 24,7 тыс. жителей.

В дальнейшем проводились мероприятия по переселению людей из зон первоочередного и последующего отселения. Данные мероприятия были завершены в 2007 г. **За более чем 20-летний период из наиболее загрязненных населенных пунктов Республики Беларусь было эвакуировано и отселено 137,7 тыс. человек.** Кроме того, 200 тыс. человек самостоятельно покинули радиоактивно загрязненные территории.

Для решения вопросов, связанных с эвакуацией и переселением жителей из зон радиоактивного загрязнения, центральным комитетом коммунистической партии Беларуси (ЦК КПБ) и правительством были приняты следующие **нормативно-правовые документы:**

1. Постановление ЦК КПБ и Совета Министров от 11 июня 1986 г. № 172 «О трудоустройстве и обеспечении жильем и социально-бытовым обслуживанием населения Гомельской области, эвакуированного из зоны Чернобыльской АЭС».

2. Постановление Совета Министров от 26 июня 1986 года № 194-13 «О возмещении материального ущерба населению, эвакуированному из населенных пунктов зоны отчуждения Чернобыльской АЭС».

3. Совместное постановление ЦК КПБ и Совета Министров от 26 августа 1986 года № 266-17 «О дополнительных мерах по трудоустройству, обеспечению жильем и социально-бытовом обслуживании населения, эвакуированного из населенных пунктов в связи с аварией на Чернобыльской АЭС и возмещении ему материального ущерба».

4. Постановление Совета Министров от 28 августа 1986 года № 267-18 «Об улучшении материального положения населения, проживающего в населенных пунктах с ограничением потребления сельскохозяйственной продукции местного производства в связи с аварией на Чернобыльской АЭС».

5. Постановление Совета Министров от 19 августа 1987 г. № 273-20 «О дополнительных мерах по обеспечению здоровья населения и совершенствованию хозяйственной деятельности в районах Гомельской и Могилевской областей, подвергшихся радиоактивному загрязнению».

В 1991 году в Республике Беларусь были приняты следующие законодательные акты:

1. Закон Республики Беларусь от 22 февраля 1991 г. «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС».

2. Закон Республики Беларусь от 12 ноября 1991 г. «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС».

Дезактивация людей. Важнейшим мероприятием по дезактивации людей является **санитарная обработка**. Основными способами данного мероприятия являются: применение изолирующих пленок и биологическая защита.

Изолирующие пленки предназначены для предупреждения загрязнения кожных покровов открытых участков тела и удаления радионуклидов с поверхности кожи. В качестве изолирующих пленок используют различные пасты, мази, и специальные кремы. При попадании на кожу различных соединений плутония можно использовать 96%-ные глиняные пасты с различными добавками. Для защиты от других радиоактивных веществ применяют каолин (белую глину). В качестве добавок к данному средству используется хозяйственное мыло и кальцинированная сода. Несмотря на защитные свойства изолирующих пленок, они не исключают облучение людей бета-частицами и гамма-квантами. Для снижения данного облучения применяют биозащиту.

Существует два вида биологической защиты – индивидуальная и групповая. **Индивидуальная защита** характеризуется использованием одежды с пластинами из свинца (полукаски, фартуки, плавки, бохилы и т.д.). **Групповая биозащита** представлена техническими системами, состоящими из экранированных кабин техники. Установлено, что изолирующие пленки не гарантируют полной защиты кожи от попадания радиоактивных веществ.

Кроме применения изолирующих пленок и биозащиты существуют и другие способы санитарной обработки людей. Наиболее простым способом дезактивации кожи является использование подогретой воды с мылом. При интенсивном выделении жира сальными железами кожу можно обработать спиртом или эфиром. При загрязнении носа и ушей радиоактивной пылью их промывают водой.

Блокирование щитовидной железы. Основным способом защиты щитовидной железы от радиоактивного йода-131 является **йодная профилактика**. Данный способ характеризуется насыщением щитовидной железы лекарственными препаратами, имеющими в своем составе стабильный йод.

К йодсодержащим препаратам относятся: йодид калия (табл. 2.8), 5%-ный раствор йодной настойки (табл. 2.9).

Таблица 2.8

Применение йодид калия при радиационном поражении

Возрастная группа	Доза	Кратность и продолжительность применения
Взрослые и дети от 14 лет	таблетка по 0,125 г	Ежедневно в течение 7 дней
Дети от 3 до 14 лет	таблетка по 0,065 г	Ежедневно в течение 7 дней
Дети до 3 лет	таблетка по 0,065 г	Ежедневно в течение 2 дней
Беременные и кормящие грудью женщины	таблетка по 0,125 г	Ежедневно в течение 2 дней

Таблица 2.9

Применение 5 %-ной настойки йода при авариях на АЭС

Способ применения	Возрастная группа	Доза	Кратность и продолжительность применения
Внутреннее	Взрослые и дети от 14 лет	По 44 капли или по 22 капли	1 раз в день в течение 7 дней
	Дети от 5 до 14 лет	22 капли	1 раз в день в течение 7 дней
	Дети до 5 лет	Не назначается	
Наружное	Взрослые и дети от 14 лет	По 44 капли	1 раз в день в течение 7 дней
	Дети от 2 до 14 лет	22 капли	1 раз в день в течение 7 дней
	Дети до 2 лет	11 капель	1 раз в день в течение 7 дней

При наружном применении настойка йода наливается на ладонь, а затем наносится на предплечье или голень.

Обычно, 5%-ный раствор йодной настойки используют при отсутствии таблеток йодид калия.

Защита органов дыхания. Для защиты органов дыхания от радиоактивного заражения необходимо использовать различные средства индивидуальной защиты: противогазы, респираторы, ватномарлевые повязки, противопыльные тканевые маски.

Укрытие. Одним из важнейших способов защиты населения от воздействия ионизирующих излучений является временное укрытие в домах и убежищах. Защитные свойства различных объектов определяются коэффициентом ослабления дозы радиации (табл. 2.10).

Таблица 2.10

Коэффициент ослабления радиации различных объектов

Объект	Коэффициент ослабления
Деревянные дома	2–13
Подвалы	7–16
Кирпичные дома	10–75
Подвалы	37–600
Противорадиационные укрытия	100–500
Убежища	1350–9100

Кроме защитных свойств объекта уменьшению радиации способствует герметизация помещений (плотное закрытие дверей, окон, дымоходов и вентиляционных отверстий).

Контрмеры в сельском хозяйстве. После катастрофы на ЧАЭС на территории Беларуси земли в зоне интенсивного ведения сельского хозяйства оказались загрязненными.

В 2013 году площадь загрязненных цезием-137 сельхозугодий, на которых осуществлялось сельскохозяйственное производство, составила около 1 млн га. Данная площадь включает 59 районов Республики Беларусь (табл. 2.11).

Таблица 2.11

Распределение загрязненных цезием-137 сельхозугодий по областям Беларуси в 2013 г.

Область	Загрязненность сельхозугодий, %
Гомельская	56
Могилевская	25,7
Брестская	10
Минская	5,3
Гродненская	3

Одновременно с цезием-137 было зафиксировано загрязнение почв стронцием-90 на площади 348,2 тыс. га. Поступление стронция-90 из почвы в растения в 10 раз выше, чем цезия-137 при одинаковой плотности загрязнения. Особенности поступления стронция-90 в растения обусловлены его высокой подвижностью.

Цезий-137 в отличие от стронция-90 обладает более интенсивным переходом из кормов в мясомолочные продукты.

Доза облучения человека в 50–70% случаев возникает за счет поступления радиоактивных веществ в организм с продуктами питания.

Выделяют два этапа в осуществлении защитных мероприятий в сельском хозяйстве:

1 этап – 1986–1992 годы.

2 этап – с 1992 года по настоящее время.

На начальном этапе были проведены мероприятия по выведению из пользования сельхозугодий с высокими уровнями радиоактивного загрязнения. Такие бобовые культуры, как горох, клевер, люпин, люцерна, были исключены из севооборота. Для данных культур характерен высокий уровень содержания стронция-90. Кроме того, на загрязненных территориях в повышенных дозах были внесены фосфорно-калийные удобрения, проведено известкование кислых почв.

Для второго этапа характерно продолжение осуществления различных агрохимических и агротехнических мероприятий. На данном этапе были разработаны:

- республиканские допустимые уровни содержания цезия и стронция в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99);
- республиканские допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственном сырье и кормах;
- рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь;
- ряд рекомендаций по получению продукции растениеводства с низким уровнем содержания радионуклидов.

Восстановительные меры. Мероприятия, проводимые с целью восстановления пострадавших регионов Беларуси, включают:

1. Строительство различных объектов (жилищного и коммунального назначения, образования, здравоохранения).
2. Газификация.
3. Обеспечение загрязненных районов чистой питьевой водой.

Рекомендации по ограничению потребления потенциально загрязненных радионуклидами пищевых продуктов. При употреблении радиоактивно загрязненных продуктов питания необходимо учитывать их способность к накоплению радиоактивных веществ. Важнейшими факторами, определяющими концентрацию радионуклидов в растениях, являются биологические особенности корневой системы. Растения, у которых корневая система расположена неглубоко, характеризуются наибольшим накоплением радионуклидов. Установлено, что около 95% всех радиоактивных веществ, содержащихся в почве, находится в ее 5-сантиметровом слое. Миграция радиоактивных веществ в нижележащие слои почвы протекает очень медленно.

Концентрируясь в растениях, радионуклиды в дальнейшем поступают в организм животных и человека. С целью снижения поступления радиоактивных веществ в организм необходимо обратить внимание на следующие продукты питания: овощи, фрукты, ягоды, грибы, мясо, рыба.

Овощные культуры. Для овощей характерно накопление цезия-137. По степени уменьшения содержания ^{137}Cs , овощные культуры можно распределить в следующей последовательности: сладкий перец, капуста, картофель, свекла, щавель, редис, лук, чеснок, морковь, огурцы, помидоры.

Ягоды. К ягодам, более интенсивно накапливающим радионуклиды, относятся: черника, брусника, черная смородина, клюква. Менее интенсивно накапливают радионуклиды такие ягоды, как земляника, крыжовник, малина, рябина.

Грибы. По накоплению радионуклидов выделяют 4 группы грибов:

1) **Грибы-аккумуляторы:** польский гриб, моховик желто-бурый, рыжик, масленок осенний.

2) **Грибы, сильно накапливающие радионуклиды:** груздь настоящий и черный, лисичка желтая, подберезовик.

3) **Грибы, средне накапливающие радионуклиды:** боровик, подосиновик, сыроежка обыкновенная, опята осенние.

4) **Грибы с наименьшим накоплением радионуклидов (дискриминаторы):** шампиньон, опенок зимний, строчок обыкновенный, сыроежка цельная и буреющая.

Важнейшим фактором накопления радионуклидов в грибах является плотность загрязнения почв радионуклидами в местах заготовки. Поэтому при плотности загрязнения почв более $15 \text{ Ки}/\text{км}^2$ даже в грибах-дискриминаторах отмечается содержание радионуклидов, превышающее допустимые уровни (рис. 2.10).

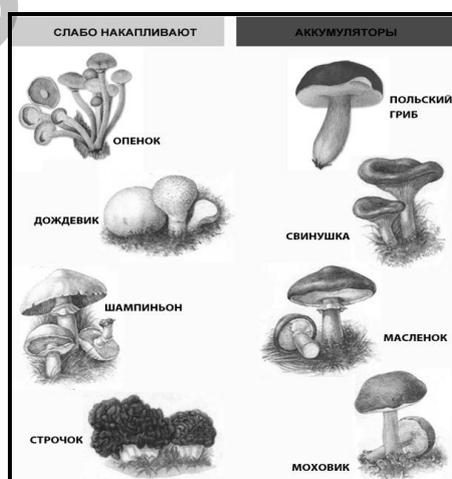


Рис. 2.10. Группы грибов по содержанию цезия-137

Фрукты. Данный вид растительной продукции характеризуется незначительным накоплением радиоактивных веществ. Отмечаются случаи поверхностного загрязнения плода при сборе фруктов (особенно поврежденных) на загрязненной почве. Снижению поверхностного загрязнения фруктов способствует уменьшение их контакта с почвой и тщательная очистка от земли перед закладкой на хранение.

Мясо. При оценке содержания радиоактивных веществ в продукции животноводства учитывают следующие факторы: вид продукции, возраст животных, химический состав радионуклидов и их распределение в тканях и органах.

Высокий уровень содержания радиоактивных веществ характерен для мяса птицы, говядины, баранины. Цезий в значительных количествах концентрируется в мясе старых животных. Накопление стронция отмечается в костях молодых особей. Наибольшее содержание радионуклидов в организме животных выявлено в легких, почках и печени.

В значительных количествах радионуклиды накапливаются и в мясе диких животных. Наибольшее количество радионуклидов концентрируют кабан и заяц.

Рыба. Основной вклад в радиоактивное загрязнение рыб вносит цезий-137. Загрязнение данным радионуклидом зависит от места обитания рыб. Рыбы, обитающие в реках, концентрируют незначительное количество радионуклидов. Это объясняется тем, что в реках эффективность процесса разбавления радионуклидов очень высока. Наиболее загрязненными являются хищные и придонные рыбы: щука, окунь, карп, карась, сом.

3. Система радиационного мониторинга и контроля продуктов питания

Радиационный мониторинг – это система регулярных наблюдений с целью анализа и прогноза радиационной обстановки.

Радиационный мониторинг входит в состав Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь.

Объектами радиационного мониторинга являются атмосферный воздух, подземные и поверхностные воды, почва.

Мониторинг радиационной обстановки в Беларуси осуществляется по территориально-производственному принципу. Подразделения мониторинга создаются различными ведомственными структурами (рис. 2.11).

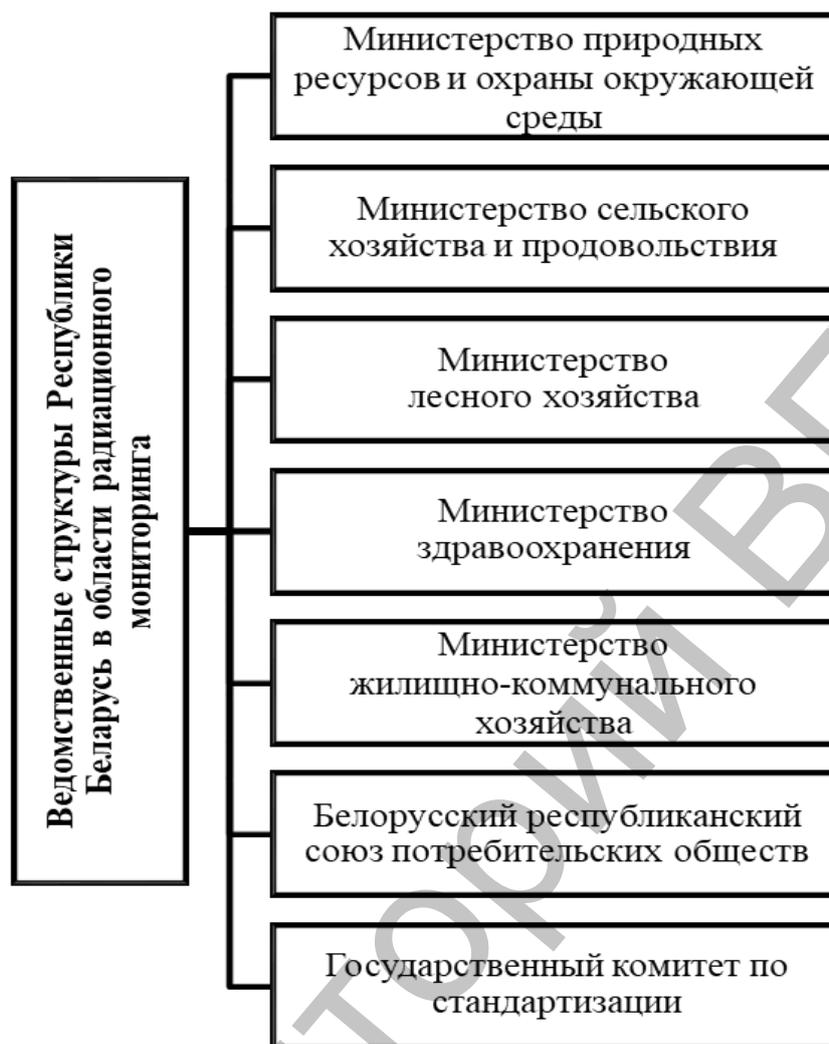


Рис. 2.11. Организации в области радиационного мониторинга

Задачи ведомственных структур. *Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды* проводит оценку радиационной обстановки территорий населенных пунктов, подвергшихся воздействию радиации после катастрофы на ЧАЭС.

Министерство сельского хозяйства и продовольствия осуществляет контроль:

- радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных земель, являющихся собственностью фермерских хозяйств и садоводческих товариществ;
- радиоактивного загрязнения воды, используемой перерабатывающими предприятиями из собственных скважин, и воды, используемой для поения животных;
- содержания радионуклидов в сельскохозяйственном сырье и продукции, производимой в организациях сельского хозяйства и закупленной у фермерских хозяйств.

На рынках анализ содержания радиоактивных веществ осуществляется лабораториями ветеринарно-санитарной экспертизы.

Министерство лесного хозяйства проводит мониторинг радиоактивного загрязнения лесного фонда и лесной продукции, на территории, подвергшейся выпадению чернобыльских радионуклидов.

Министерство жилищно-коммунального хозяйства проводит анализ:

- содержания радионуклидов в питьевой воде;
- содержания радионуклидов в сточных водах и их осадках на очистных сооружениях канализации;
- радиоактивного загрязнения коммунальных отходов.

Министерство здравоохранения осуществляет мониторинг радиоактивного загрязнения продуктов питания, производимых в общественном секторе и личных подсобных хозяйствах.

Белорусский республиканский союз потребительских обществ (Белкоопсоюз) проводит оценку содержания радиоактивных веществ в продукции, которая заготавливается организациями потребительской кооперации.

Государственный комитет по стандартизации осуществляет контроль измерений радиоактивного загрязнения различных объектов.

В Республике Беларусь имеется 45 пунктов радиационного мониторинга, где ежедневно проводят измерение мощности дозы гамма-излучения (рис. 2.12). Особое внимание уделяется 15 пунктам постоянного контроля, находящимся в Гомельской, Могилевской и Брестской областях.

В пунктах мониторинга высокие уровни мощности дозы гамма-излучения выявлены в городах Брагин и Славгород. Мощность дозы гамма-излучения для остальной территории Беларуси не превышает уровень естественного гамма-фона и составляет 0,20 мкЗв/ч (20 мкР/ч)

Наряду с различными пунктами радиационного мониторинга в Республике Беларусь имеются 4 автоматизированные системы радиационного контроля (АСРК). АСРК осуществляют контроль радиационной обстановки в зонах влияния различных АЭС: Чернобыльской, Ровенской (Украина), Игналинской (Литва), Смоленской (Россия).

Наряду с системой радиационного мониторинга в Беларуси функционирует также **система радиационного контроля пищевых продуктов, продовольственного и сельскохозяйственного сырья, пищевой и другой продукции леса**, производимых на территории, пострадавшей в результате катастрофы на ЧАЭС.

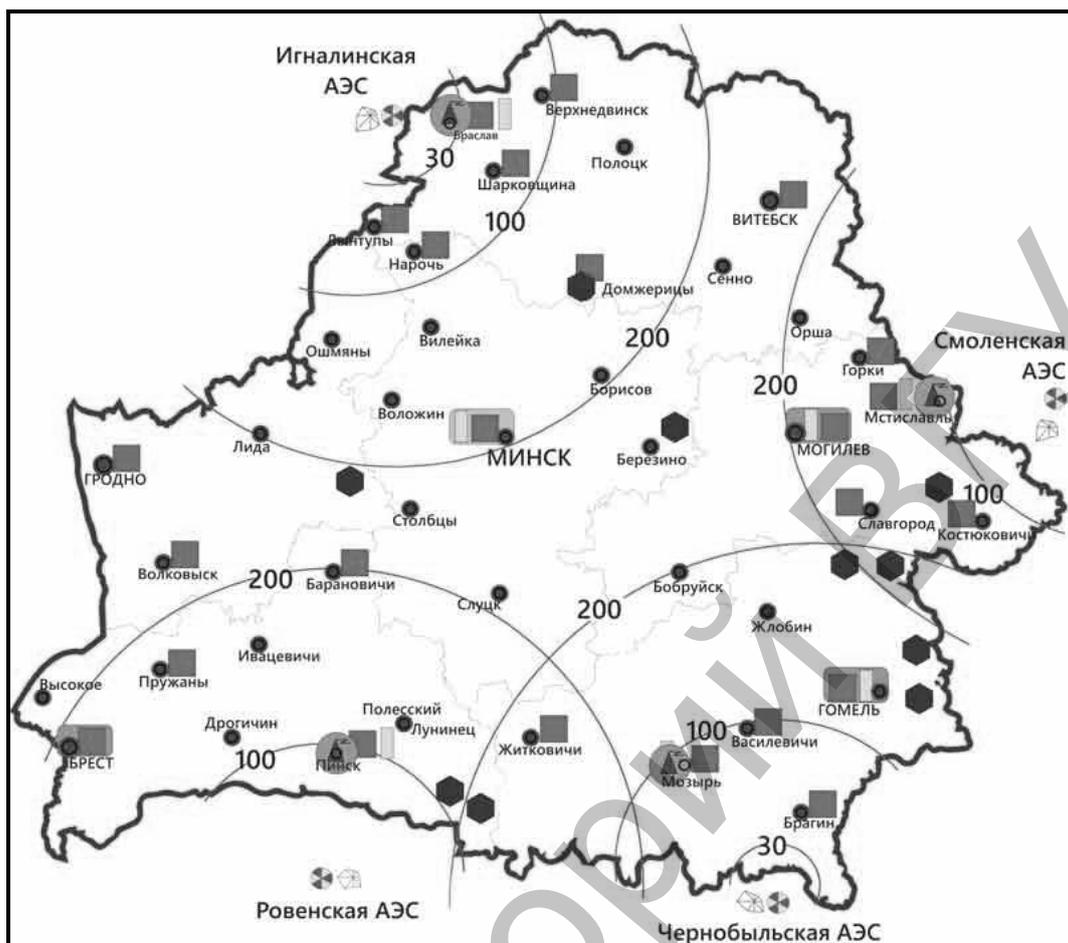


Рис. 2.12. Пункты радиационного мониторинга Республики Беларусь

Для анализа радиоактивного загрязнения продуктов питания и другой продукции используется различное радиометрическое и спектрометрическое оборудование. Кроме того, ежегодно проводится анализ проб на содержание цезия-137 и стронция-90. Министерство сельского хозяйства и продовольствия располагает сетью постов радиационного контроля и лабораторий.

На перерабатывающих предприятиях в зонах радиоактивного загрязнения существует 3 этапа контроля сырья и готовой продукции: входной, в процессе переработки сырья, готовой продукции.

При обнаружении высоких уровней радионуклидов в мышечной ткани крупный рогатый скот возвращается хозяйствам на специальную доочистку. Данное мероприятие включает рационы кормления с низким уровнем содержания радионуклидов. На каждую партию готовой продукции оформляется документ, в котором указано соответствие содержания радионуклидов установленным нормам.

В Республике Беларусь все мероприятия по контролю содержания радионуклидов в продуктах питания относятся к лицензируемым видам деятельности.

Мероприятия по снижению уровней доз облучения людей.
Для снижения дозы облучения людей, проживающих в зоне радиоактивного загрязнения, проводится комплекс мероприятий:

1. Ограничение поступления радионуклидов в организм.
2. Уменьшение всасывания радиоактивных веществ.
3. Ускорение выведения радионуклидов из организма.

Мероприятия по ограничению поступления радионуклидов в организм включают:

1. Кулинарную и технологическую обработку продуктов питания.
2. Ограничение употребления «местных продуктов», особенно ягод и грибов.

1. При проведении кулинарной и технологической обработки продуктов питания необходимо соблюдать следующие правила:

- грибы перед приготовлением очищают от мусора, промывают и вымачивают в солевом растворе. Затем грибы необходимо прокипятить несколько раз со сливом отвара. Вышеуказанная обработка способствует уменьшению концентрации радионуклидов примерно в 100 раз;
- овощи перед употреблением очищают от частиц земли, тщательно моют, очищают от кожуры и вымачивают со сливом рассола;
- засолка и маринование овощей, фруктов, грибов позволяет снизить содержание радиоактивных веществ в 1,5–2 раза (рассол и маринад в пищу не употребляется);
- мясо перед приготовлением промывают в проточной воде, вымачивают в солевом растворе, и через 2–3 часа данный раствор сливают. Затем заливают новую порцию воды, доводят до кипения и опять сливают. В дальнейшем заливают новую порцию воды и осуществляют варку;
- снижению содержания радионуклидов в рыбе способствуют такие мероприятия, как очистка, удаление головы и внутренностей, промывание в проточной воде;
- технологическая обработка продуктов питания способствует значительному снижению содержания радиоактивных веществ. Так, при переработке молока в творог содержание цезия-137 уменьшается в 4–6 раз. Масло в 50 раз меньше содержит цезия-137, чем молоко, из которого оно произведено.

2. Ограничение употребления «местных продуктов», особенно ягод и грибов. Для получения рекомендаций по сбору грибов и ягод необходимо обращаться в лесхозы, лесничества, а также в районные центры гигиены и эпидемиологии. При заготовке ягод и грибов

необходимо учитывать плотность загрязнения почв различными радионуклидами.

Заготовку березового сока необходимо осуществлять на территориях с плотностью загрязнения до 15 Ки/км². Сбор березового сока следует осуществлять на участках, расположенных в сухих местах. Увеличение содержания цезия-137 отмечается в березовом соке деревьев, произрастающих во влажных условиях.

К мероприятиям, способствующим уменьшению всасывания радиоактивных веществ, относятся:

1. Принцип конкурентного замещения.
2. Принцип связывания радионуклидов в желудочно-кишечном тракте.

1. Принцип конкурентного замещения. Некоторые радиоактивные вещества и стабильные элементы имеют общие химические свойства. Так, цезий имеет сходство с калием, стронций с кальцием, плутоний с трехвалентным железом. Стабильные элементы, содержащиеся в продуктах питания, конкурируют с радиоактивными элементами и снижают их всасывание (табл. 2.12).

Таблица 2.12

Продукты питания, содержащие стабильные элементы

Химический элемент	Суточная доза	Продукты питания
Калий	3 г	Пшеница, рожь, картофель, изюм, чернослив, курага, чай, орехи, лимон, фасоль
Кальций	1 г	Молоко и молочные продукты, яйца, бобовые, зеленый лук, укроп, петрушка
Железо	15–30 мг	Ржаной хлеб, мясо, рыба, зеленые овощи, семена подсолнечника, яблоки, изюм

2. Принцип связывания радионуклидов в желудочно-кишечном тракте. Существует ряд веществ, которые образуют нерастворимые соединения с ионами радиоактивных металлов, т.е. связывают радионуклиды. К таким веществам относят: пектины, фитаты, антоцианы. Данные вещества входят в состав углеводов и содержатся в продуктах растительного происхождения (табл. 2.13). Образование нерастворимых комплексов способствует выведению радионуклидов из организма.

**Продукты питания, содержащие вещества,
связывающие радионуклиды**

Химический элемент	Продукты питания
Пектины	Баклажаны, груши, свекла, смородина, морковь, яблоки, огурцы, перец, тыква, мармелад, зефир, соки с мякотью
Фитаты	Зерновые, бобовые
Антоцианы	Слива, черная смородина, виноград, вишня

3. Ускорение выведения радионуклидов из организма. Данное мероприятие включает в себя различные способы выведения радионуклидов (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Ускорение выведения радионуклидов из организма

Усилению перистальтики кишечника способствует употребление продуктов, содержащих клетчатку. К таким продуктам относятся:

- хлеб грубого помола;
- крупы (гречка, овсянка, пшено);
- овощи (капуста, свекла, морковь);
- фрукты (чернослив).

Регулярный пассаж желчи и мочи отмечается при употреблении:

- дополнительного количества жидкостей (чай, соки, морсы, компоты);
- настоев трав мочегонного и желчегонного действия (ромашка, зверобой, бессмертник, мята, шиповник, укроп).

Стимуляция лимфатического дренажа. Благодаря лимфатической системе в организме человека функционируют процессы детоксикации. Лекарственные травы являются основным стимулятором лимфатической системы человека. Такими травами являются: овес обыкновенный (семена, овсяные хлопья), листья черной смородины, плоды шиповника, подорожник, цветки календулы.

Раздел 3. Основы экологии

Лекция 1. Экологические проблемы питания.

Основные источники и последствия загрязнения питьевой воды

1. Токсичные химические соединения, образующиеся в продуктах питания. Металлы, содержание которых контролируется при международной торговле продуктами питания.

2. Вещества, применяемые в сельском хозяйстве, роль в патологии человека. Трансгенные продукты.

3. Источники химического и радиоактивного загрязнения питьевой воды, последствия для здоровья человека.

4. Бактериологическое загрязнение питьевой воды, способы ее очищения и обеззараживания.

1. Токсичные химические соединения, образующиеся в продуктах питания. Металлы, содержание которых контролируется при международной торговле продуктами питания

Токсичные химические соединения. К основным токсическим соединениям, образующимся в продуктах питания, относят **биогенные амины**. Источником возникновения данных соединений являются микроорганизмы. В продуктах, произведенных с помощью микроорганизмов, отмечается высокий уровень содержания биогенных аминов. Прежде всего, к таким продуктам относят сыры и пиво. Значительное количество биогенных аминов отмечается также при порче продуктов питания вследствие деятельности микроорганизмов.

Основными биогенными аминами являются: тирамин, серотонин, гистамин.

Тирамин в больших количествах содержится в таких продуктах питания, как шоколад, сыр, пиво, вино и квашеная капуста. Одновременный прием продуктов питания с высоким содержанием тирамина и определенных медикаментов может привести к повышению кровяного давления. Некоторые лекарственные средства способствуют повышению тирамина в организме. К таким средствам относят: гипотен-

живные (снижающие давление) и противотуберкулезные препараты, антидепрессанты.

Серотонин, так же как и тирамин, приводит к повышению кровяного давления. Серотонин содержится в бананах, грецких орехах, помидорах.

Гистамин в значительных количествах находится в красном вине. Прием гистамина в больших дозах может вызвать в организме человека острую интоксикацию. Данное состояние характеризуется сильными головными болями и спазмами гладкой мускулатуры.

Основными мероприятиями по снижению биогенных аминов в продуктах питания являются промывка водой и смена консервирующей жидкости.

Металлы. Причиной различных патологических изменений в организме человека могут являться металлы, которые содержатся в продуктах питания, консервах и посуде. Международная комиссия ФАО/ВОЗ по Codex Alimentarius (пищевому кодексу) определила 8 химических элементов, содержание которых контролируется при международной торговле продуктами питания (рис. 3.1).

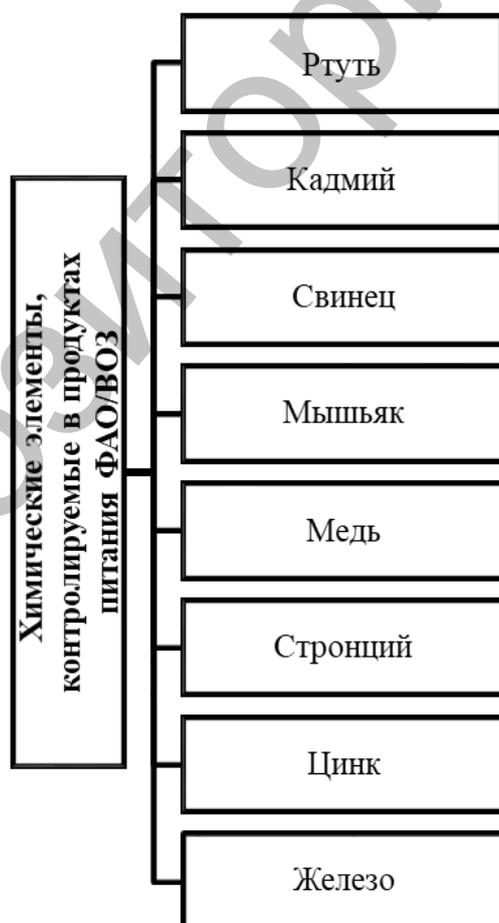


Рис. 3.1. Химические элементы, содержание которых контролируется при международной торговле продуктами питания

Кадмий. Поступление кадмия в организм человека составляет в среднем около 10 нг в день.

Данный химический элемент в значительных количествах накапливается в организме людей, употребляющих никотин. Накопление кадмия в организме сопровождается обструктивными заболеваниями верхних дыхательных путей и тяжелыми поражениями почек. Кадмий обладает также мутагенным эффектом.

Из мышечной ткани и печени биологический период полувыведения вышеуказанного элемента колеблется от 10 до 35 лет.

Мышьяк. Основное количество данного элемента поступает в организм с питьевой водой. Максимальная концентрация мышьяка в воде – 40 мкг/л. С продуктами питания вышеуказанный элемент поступает в незначительных количествах.

Хроническое воздействие данного микроэлемента на организм человека сопровождается депрессиями, снижением веса, развитием онкологических заболеваний.

Мышьяк применяется в различных сферах хозяйственной деятельности человека: фармацевтической (лекарства для лечения сифилиса и псориаза) промышленности, микроэлектронной промышленности (полупроводники), в производстве пестицидов, средств защиты древесины и т.д.

Свинец. Содержание свинца в воде связано с хозяйственной деятельностью человека. Более 40 млн жителей США получают значительные количества данного элемента с питьевой водой. В данной стране около 400 тыс. младенцев рождается ежегодно с повышенным уровнем свинца. В Европе среднее содержание свинца в питьевой воде составляет 0,03 мг/л. В Республике Беларусь высокие уровни содержания свинца выявлены примерно у 35% детей.

Данный элемент поступает в воду через почву и арматуру водопроводной сети.

Загрязнение почвы свинцом связано с выхлопными газами автомобилей. Из почвы данный элемент проникает в воду колодцев и систему централизованного водоснабжения.

Арматура водопроводной сети содержит латунь. Латунь на 50% состоит из меди и цинка, на 10% – из свинца, алюминия, олова, железа, никеля, марганца.

Кислая реакция воды и ее низкая жесткость усиливают поступление свинца в воду.

У жителей европейских стран среднее содержание свинца в организме колеблется в зависимости от особенностей строения и функционирования различных органов и тканей (табл. 3.1).

**Среднее содержание свинца в органах и тканях жителей
европейских стран**

Орган, ткань	Среднее содержание свинца
Костная ткань	20 мг/кг
Печень	1,0 мг/кг
Почки (моча)	0,8 мг/кг (0,03 мкг/мл)
Ткань мозга	0,1 мг/кг
Кровь	0,3 мкг/мл

Период биологического полувыведения свинца из костей – 30 лет. Через почки выводится 75% данного элемента, через желудочно-кишечный тракт – 15%. Волосы, ногти накапливают до 10% свинца.

Заболевание, возникающее при отравлении свинцом, называют сатурнизмом. При хроническом сатурнизме уровень свинца в крови превышает 0,4 мг/л.

Клиническая картина хронического сатурнизма развивается медленно. На ранних этапах данного заболевания отмечается снижение устойчивости организма к действию инфекционных, онкогенных и других болезнетворных агентов. В дальнейшем в организме человека наблюдаются следующие симптомы: головная боль, головокружение, тремор конечностей, общая слабость, запоры, боль в животе, снижение веса, признаки анемии.

При хроническом воздействии свинца на организм человека происходит повреждение системы кроветворения (снижение содержания гемоглобина в эритроцитах). Наибольшую опасность свинец представляет для детей и беременных. Высокие уровни содержания данного элемента могут вызвать преждевременные роды у женщин, снизить вес ребенка при рождении, тормозить его умственное и физическое развитие.

Даже безопасный уровень содержания свинца в крови способен вызвать раздражительность и ухудшение внимания.

Оказывая длительное воздействие на организм, свинец может вызвать мышечную слабость, гиперактивность и агрессивное поведение у детей. В организме взрослых свинец может привести к снижению слуха и возникновению гипертонии.

Ртуть относится к рассеянным элементам. Поступление ртути в атмосферу связано как с природными процессами, так и с антропогенной деятельностью. Природные процессы обусловлены такими факторами, как испарение ртути со всей поверхности суши, вулканическая

деятельность и т.д. Антропогенная деятельность характеризуется сжиганием органического топлива, развитием цветной металлургии и пр. Техногенная ртуть в отличие от ее природных соединений характеризуется геохимической подвижностью и является более опасной для окружающей среды.

Из атмосферы пары ртути вместе с атмосферными осадками поступают в почву и в воду.

Ртуть является микроэлементом и содержится в организме человека. Данный элемент характеризуется высокой токсичностью и не относится к эссенциальным (жизненно важным) микроэлементам.

Основными источниками поступления ртути в организм человека являются: атмосферный воздух, вода, продукты растительного и животного происхождения.

В производственной среде ртуть поступает в организм человека в виде паров или пыли через органы дыхания.

Наиболее токсичными соединениями ртути являются метилртуть и этилртуть. Данные соединения в больших концентрациях накапливаются в организме, хорошо растворяются в липидах и легко проникают через биологические мембраны. Нервная система человека обладает высокой чувствительностью к действию метил и этилртутных соединений. Ртуть в основном накапливается в печени, селезенке и почках.

При хроническом воздействии малых доз ртути на организм человека возникают следующие симптомы: повышенная нервозность, ослабление памяти, депрессивное состояние, мышечная слабость, нарушение координации движений, симптомы поражения почек. Кроме этого, наблюдаются патологические изменения в сердечно-сосудистой системе: изменение электрической активности (ЭКГ), повышение артериального давления, тахикардия. Хроническое воздействие паров и соединений ртути влечет за собой общее отравление организма или меркуриализм.

Основными органами, участвующими в выведении ртути из организма человека, являются: легкие, органы желудочно-кишечного тракта, почки, потовые железы. Период полувыведения ртути из организма колеблется от 40 до 76 суток.

Поступление ртути в организм человека в течение недели не должно превышать 0,3 мг, а в течение суток – 0,05 мг. Основным показателем опасности хронического отравления является содержание в моче ртути более 10 мкг/сут. Микромеркуриализм выявляют у человека при наличии соответствующей симптоматики и если содержание ртути в моче составляет 50 мкг/сут.

Медь является широко распространенным в окружающей среде микроэлементом. В реках и озерах содержание меди больше, чем в океанах, и составляет 7 мкг/л. Значительное количество данного микроэлемента зарегистрировано в почвах – 15–20 мг/кг.

Дефицит меди в организме может привести к различным патологическим изменениям: разрыву стенок артерий, анемии, сердечно-сосудистым заболеваниям, незначительному замедлению физического развития детей.

Потребность взрослого человека в меди – 2–2,5 мг/сут. Медь в организм человека в основном поступает с пищей. В обычных условиях человек получает меди в среднем 2–5 мг/сут. При поступлении меди в организм в больших количествах ее резорбция уменьшается. При этом снижается опасность интоксикации.

Медь малотоксична, но при больших дозах может вызвать тошноту и рвоту.

Острая интоксикация медью может привести к гемолизу эритроцитов. Хроническая интоксикация медью сопровождается функциональным расстройством нервной системы, печени и почек.

Потребление меди человеком в течение суток не должно превышать 0,5 мг/кг массы тела (до 30 мг в рационе).

Высокий уровень содержания меди в продуктах питания способствует снижению срока хранения пищевых жиров. Медь приводит к снижению содержания аскорбиновой кислоты во фруктах, овощах.

Стронций по своим химическим свойствам – это аналог бария и кальция.

Вышеуказанный элемент является составной частью всех тканей и органов человека. Стронций принимает участие в процессах костеобразования, оказывает влияние на активность ряда ферментов.

Содержание данного микроэлемента в почве около 600 мг/кг, что является нормой для растений. Высокий уровень содержания стронция зафиксирован в растениях семейства зонтичных (0,044%) и семейства виноградовых (0,037%). При содержании стронция в почвах от 600 до 1000 мг/кг может возникнуть так называемая уровская болезнь. Данное заболевание связано с избыточным поступлением стронция в организм человека. Основными признаками уровской болезни являются повышенная ломкость костей и их уродливость. Существует гипотеза, что рахитогенное действие стронция связано с блокированием биосинтеза витамина D.

Некоторые свойства данного элемента еще мало изучены. Например, зобогенный эффект, токсическое действие на нервную и мышечную ткани, местно-анестезирующее действие.

Стронций широко применяется в производстве аккумуляторов, холодильной промышленности, косметике, медицине и т.д.

Цинк – это микроэлемент, относящийся к группе рассеянных элементов. Данный микроэлемент вносит большой вклад в загрязнение Мирового океана. Содержание цинка в поверхностном слое морской воды составляет 10–20 мкг/л.

Одним из источников поступления цинка в окружающую среду являются сточные воды различных отраслей промышленности: хими-

ческой, деревообрабатывающей, бумажной, цементной, металлургической и т.д.

В организме взрослого человека содержание цинка составляет 1–2,5 г. В костях концентрируется 30% данного микроэлемента, в мышцах – 60%. Часть цинка накапливается в печени, часть превращается в металлобелковые комплексы. Основные пути выведения цинка: кишечник (10 мг/сут.), потовые железы (2–3 мг/сут.), почки (0,3–0,6 мг/сут.).

Цинк даже при незначительных концентрациях в воздухе представляет мутагенную и онкогенную опасность.

Применяется для защиты от коррозии изделий, изготовленных из стали и железа.

Железо по распространенности в земной коре занимает второе место после алюминия. Среднее содержание данного микроэлемента в природных водах колеблется от 0,01 до 26,0 мг/л.

Биомасса Земли является важным фактором в миграции железа. Активно накапливают железо водные растения. Животные в отличие от растений накапливают железо в меньшей степени.

Содержание железа в организме взрослого человека составляет 4–5 г. Потребность взрослого человека в данном элементе в течение суток – 11–30 мг. Потребность в железе возрастает при следующих состояниях организма: интенсивной мышечной деятельности, беременности, кормлении грудью. Большое значение для организма человека имеет рацион продуктов питания, содержащих железо (табл. 3.2).

Употребление продуктов питания с высоким уровнем содержания железа предрасполагает к сердечно-сосудистым и аллергическим заболеваниям. Использование воды с содержанием железа 2,0–5,0 мг/л может вызвать аллергическую реакцию.

Таблица 3.2

Продукты питания, содержащие железо

Пищевые продукты	Содержание железа (мкг/100 мг съедобной части)
Хлеб	4000
Мясо	3000
Рыба	1000
Картофель	900
Овощи	700
Фрукты	600
Молоко	70

Основная часть железа выводится из организма через желудочно-кишечный тракт. С мочой и потом железо выводится в небольших количествах.

Техногенными источниками поступления железа в окружающую среду являются промышленные предприятия: химические и нефтехимические, металлургические, лакокрасочные, текстильные, химико-фармацевтические.

2. Вещества, применяемые в сельском хозяйстве, роль в патологии человека. Трансгенные продукты

В сельском хозяйстве с целью повышения продуктивности животных используют широкий спектр различных веществ (рис. 3.2).

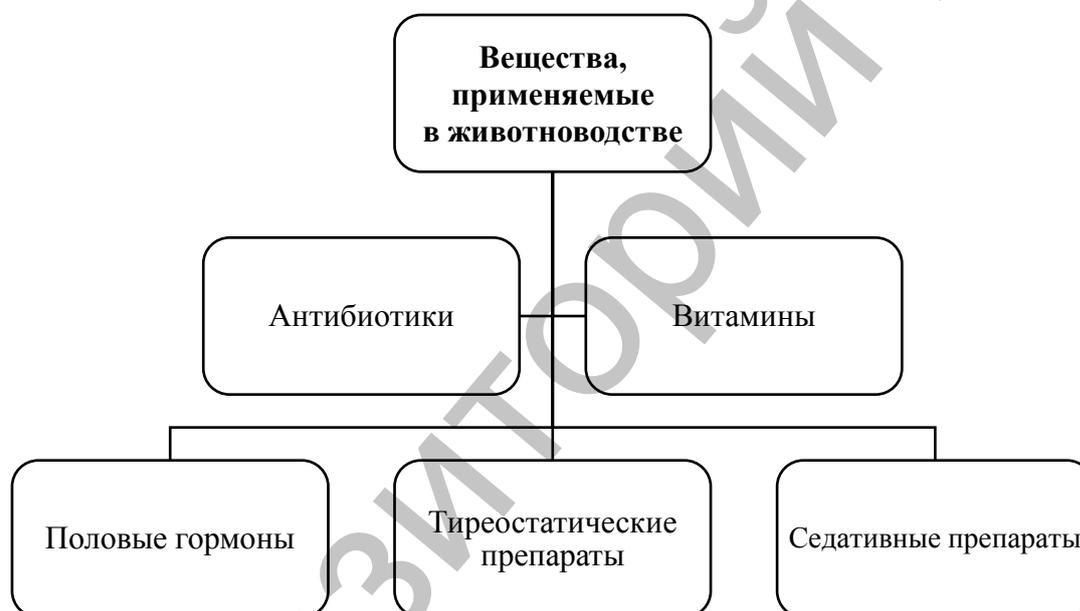


Рис. 3.2. Вещества, используемые в животноводстве с целью повышения продуктивности

Антибиотики. Из 7 тыс. всех производимых антибиотиков в мире примерно половина применяется в животноводстве. В данной отрасли сельского хозяйства антибиотики используются как лекарственные средства и кормовые добавки. При поступлении антибиотиков с пищей в организме человека могут наблюдаться различные *аллергические реакции*.

Витамины, так же как и антибиотики, применяются в животноводстве как добавки и лекарственные средства. Некоторые витамины, например витамин А (ретинол), способны накапливаться в печени животных. Накопление ретинола в организме животных способствует избыточному поступлению данного вещества в организм человека.

Высокий уровень содержания витамина А в организме вызывает поражение кожного покрова (выпадение волос), поражение костной ткани (поражение связок, отек и ломкость кости), отек зрительного нерва.

Половые гормоны обладают высокой токсичностью и опасны при поступлении в организм человека. Половые гормоны могут вызвать в организме человека различные онкологические заболевания.

В женском организме с действием половых гормонов связаны такие заболевания, как *рак груди и рак матки*. Результатом действия половых гормонов на организм мужчин является *рак простаты*.

Тиреостатические препараты используют для увеличения веса животных. При распаде тиреостатиков образуется такой канцерогенный продукт, как тиомочевина.

Седативные препараты применяют в свиноводстве для предупреждения стрессовых реакций. К данным препаратам относят: глюкокортикоиды (кортизон), β -блокаторы, валиум.

Кортизон при поступлении в организм человека вызывает судороги в мышцах, повышенное артериальное давление и нарушение ритма сердца.

Признаками действия β -блокаторов на организм человека являются появление слабости, ухудшение переносимости физической нагрузки, нарушение сна, депрессия.

В результате действия *валиума* в организме человека возникают усталость, нарушение зрения, запоры.

Трансгенные продукты. Генетически модифицированная пища – это продукты питания, изготовленные из генетически модифицированных организмов (растений, животных, микроорганизмов).

Получение генетически модифицированных организмов связано с переносом новых генов. Приобретая новые признаки, растения облегчают обработку почвы и снижают затраты, связанные с использованием гербицидов (рис. 3.3).

Обеспечение устойчивости к вирусам. Наиболее распространенным методом обеспечения устойчивости растений к вирусам является *косупрессия*. Данный метод характеризуется переносом в растение гена вируса. Получив необходимый ген, растение производит вирусный белок и способствует образованию защитной реакции. При попадании в растение вируса механизмы защиты предотвращают его размножение.

Метод косупрессии был применен на Гавайских островах к такому растению, как папайя. Данное растение используется в пищу и для изготовления некоторых лекарственных препаратов. С помощью косупрессии удалось обеспечить устойчивость папайи к вирусу кольцевой папайной пятнистости.



Рис. 3.3. Признаки растений, связанные с переносом новых генов

Обеспечение устойчивости к насекомым. Устойчивость к вредным насекомым обеспечивают путем переноса гена бактериального Vt-токсина в геном растения. Данный токсин является одним из наиболее распространенных инсектицидов, используемых в сельском хозяйстве. В настоящее время ген Vt-токсина встраивают в геном таких растений, как кукуруза и хлопчатник.

Обеспечение устойчивости к грибам. Одним из наиболее распространенных грибковых заболеваний растений является фитофтороз. Возбудителем данного заболевания является гриб, относящийся к группе растительных паразитов. Фитофторозу в основном подвержены такие растения, как картофель и томаты. Наряду с использованием фунгицидов для борьбы с фитофторозом осуществляют выведение сортов, устойчивых к данному заболеванию.

Немецкими учеными разработан устойчивый к фитофторозу сорт картофеля «Fortuna». Данный сорт картофеля получен в результате переноса двух генов из южно-американского дикого сорта картофеля.

Обеспечение устойчивости к засухе. Для искусственной защиты от засухи в геном растений встраивают ген из особых штаммов бактерии, устойчивой к замерзанию. Немецкими и американскими учеными разработаны сорта кукурузы, обладающие устойчивостью к неблагоприятным засушливым условиям.

Обеспечение устойчивости к гербицидам. Кроме гербицидов избирательного действия, существуют гербициды, оказывающие влияние на обменные процессы практически всех видов растений.

С целью обеспечения устойчивости к данным веществам осуществляют перенос в геном растений генов различных бактерий. Одним из наиболее устойчивых к гербицидам генномодифицированных растений является соя.

Обеспечение устойчивости к засолению и алюминию. Одной из главных проблем сельского хозяйства является засоление почв. Данная проблема делает невозможным использование около 60 млн га полей. В настоящее время методами генной инженерии получают рапс, устойчивый к засолению хлоридом натрия. Получение генномодифицированного рапса связано с переносом в геном данного растения гена арабидопсиса.

Кроме засоления серьезной проблемой для сельского хозяйства является кислотность почв. Кислые почвы являются непригодными для использования и составляют 40% плодородных земель. В кислотной среде происходит образование токсичных для растений соединений алюминия. Наиболее устойчивым растением к действию алюминия является рапс со встроенным геном арабидопсиса.

Пестициды относятся к ядохимикатам, которые используются в сельском хозяйстве. Выделяют три основные группы пестицидов:

1. По химическому составу.
2. По целевому назначению.
3. По способу проникновения и характеру воздействия на организмы.

По химическому составу пестициды бывают неорганические и органические. **Органические пестициды** делятся на: хлорорганические, фосфорорганические, металлоорганические, алкалоиды (никотиновые производные).

Наибольшую опасность представляют **хлорорганические пестициды**. Данные химические вещества входят в группу стойких органических загрязнителей (СОЗ). Пестициды, входящие в состав СОЗ, характеризуются: высокой токсичностью, устойчивостью к разрушению под воздействием факторов внешней среды, мобильностью в звеньях пищевой цепи, выраженной способностью накапливаться в живых организмах.

К хлорорганическим пестицидам относят: альдрин, ДДТ, гепта-хлор и др. Основное назначение данных препаратов – уничтожение вредных насекомых.

По целевому назначению к наиболее распространенным группам пестицидов относят: гербициды, фунгициды, инсектициды, зооциды.

Гербициды – это пестициды, которые применяют в борьбе с сорняками растений.

Фунгициды – химические средства, направленные на борьбу с грибковыми заболеваниями растений.

Инсектициды – химические вещества, используемые для уничтожения насекомых-вредителей.

Зооциды – пестициды, которые используются для уничтожения вредных животных, в основном грызунов.

По способу проникновения, характеру и механизму воздействия на организмы выделяют пестициды: контактные, кишечные, системные и фумигативного действия.

К контактными пестицидам относятся вещества, действующие на живые организмы при непосредственном соприкосновении.

Кишечные пестициды – это химические средства, которые при поступлении с пищей вызывают интоксикацию и гибель организма.

Системные пестициды – препараты, проникающие в сосудистую систему и вызывающие гибель живых организмов.

Пестициды фумигативного действия проникают через дыхательную систему и вызывают интоксикацию организма.

В связи с широким применением пестицидов во всем мире хронические болезни и смертельные случаи составляют примерно 1 млн человек в год.

3. Источники химического и радиоактивного загрязнения питьевой воды, последствия для здоровья человека

Нитраты – это соли азотной кислоты. Данные соединения образуются в естественных условиях и играют большую роль в минеральном питании растений. Благодаря нитратам растения получают азот, необходимый для синтеза белка. Нитратные соли азотной кислоты, содержащиеся в растениях в небольших количествах, всегда поступают в организм человека. В связи с этим у человека выработались механизмы метаболической адаптации. В отличие от нитратов, пестициды не соответствуют характеру метаболических процессов, протекающих в организме человека.

Наряду с растениями существует большое количество источников, обеспечивающих поступление нитратных соединений в организм человека (рис. 3.4). Нитраты используют в сельском хозяйстве в качестве азотных удобрений. Основными видами данных веществ являются: аммиачная селитра, калийная селитра, кальциевая селитра. Несоблюдение правил применения азотных удобрений способствует накоплению в растениях значительного количества нитратов. Искусственные соединения в сочетании с природными нитратами создают значительную нагрузку на организм человека.

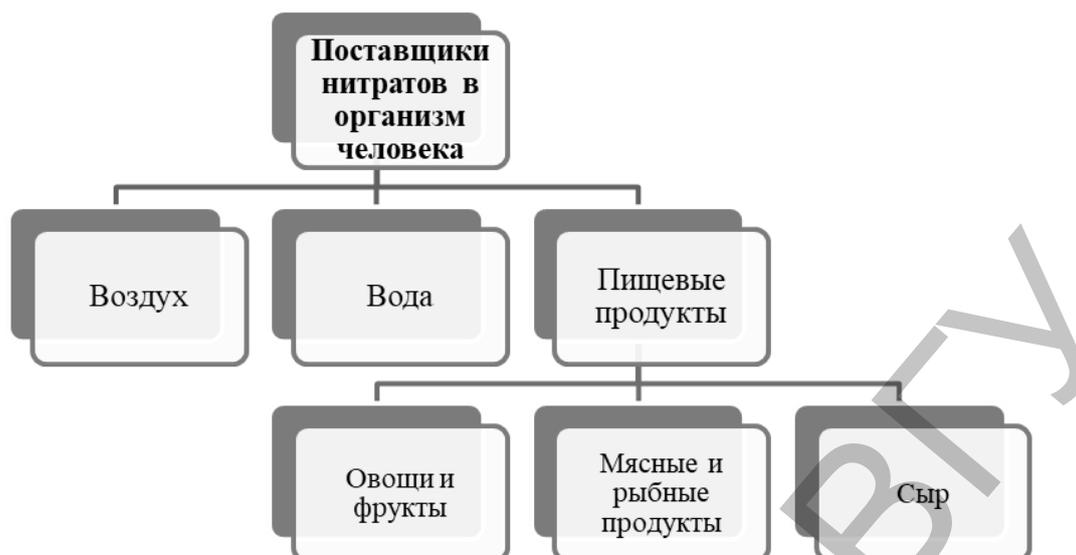


Рис. 3.4. Основные источники поступления нитратов в организм человека

Воздух. В воздухе нитратные соединения находятся в аэрозольном (взвешенном) состоянии. В больших количествах взвешенные нитраты содержатся в городах, загрязненных в основном оксидами азота. В воздухе уровень содержания нитратных соединений колеблется от 1 до 40 мкг/м³. Поступая с воздухом в организм человека в значительных количествах, нитраты вызывают раздражение верхних дыхательных путей.

Вода. Содержание нитратов в поверхностной и подземной воде колеблется от 0 до 200 мг/л и более. Уровень содержания данных соединений в питьевой воде городов составляет 10 мг/л. Нитраты в больших количествах концентрируются в колодезной воде. При внесении в почву большого количества нитратных удобрений уровень содержания данных веществ в питьевой воде будет высоким (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Зависимость содержания нитратов в питьевой воде от количества данных соединений, вносимых в почву

Количество нитратов, вносимых в почву (кг/га)	Глубина миграции нитратов (м)	Усвоение нитратов растениями (%)
180	3 м	34
120	2 м	45
60	60 см	59

В районах интенсивного ведения сельского хозяйства регистрируется превышающий ПДК уровень содержания нитратов в воде (45 мг/л).

Питьевая вода при уровне содержания нитратов 8 мг/л имеет кисловато-соленый вкус. При уровне содержания нитратов 1500–2000 мг/л вода приобретает горький вкус и не рекомендуется к употреблению.

Токсичность нитратов, поступающих с водой, в 1,25 раз больше, чем нитратов, поступающих с пищевыми продуктами.

Овощи и фрукты. Нитраты поступают в растения из почвы через корневую систему. Содержание данных веществ в листьях и корнеплодах выше, чем в плодах. Уровень содержания нитратов может изменяться в зависимости от вида растения (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Уровень содержания нитратов в различных растениях при одинаковом уровне нитратов в почве (80 мг/кг на глубине 15–30 см)

Растения	Содержание (мг/кг)
Помидоры	115
Огурцы	120
Картофель	220
Капуста	280
Столовая свекла	420

К растениям, содержащим незначительные количества нитратов, относят злаки, фрукты и ягоды.

Мясные и рыбные продукты. Уровень нитратов в натуральных мясных продуктах незначителен и составляет 5–20 мг/кг. В охлажденной рыбе выявлен низкий уровень содержания нитратов – 2–15 мг/кг. Установлено, что увеличение нитратов в корме коров и свиней в 6–10 раз способствует возрастанию содержания данных веществ в мышцах в 1,5–2 раза.

Целью добавления нитратов и нитритов в мясные и некоторые рыбные продукты является:

- сохранение цветоустойчивости;
- улучшение запаха и вкусовых качеств;
- предупреждение развития болезнетворных микроорганизмов.

В готовой колбасной продукции из добавленного к мясу нитрита остается 70–85% данного вещества. Нитраты в больших количествах

вах (150 мг/кг) содержатся в сырокопченых колбасах. В вареных колбасах отмечается незначительное количество нитратов (50–60 мг/кг).

Сыр. Для предупреждения развития болезнетворных микроорганизмов в производстве сыра используют нитраты и нитриты. Например, в «Костромском» сыре уровень содержания нитратов составил 95–209 мг/кг, а нитритов – 0,1–0,2 мг/кг. По мере созревания сыра (придания продукту определенных органолептических свойств: запах, вкус, консистенция, рисунок) содержание нитратов снижается до 30–140 мг/кг, а нитритов – до 0,1 мг/кг.

Изменения в организме, связанные с действием нитратов.

Поступая в организм человека, нитраты подвергаются воздействию различных факторов: питательных веществ (углеводы, микроэлементы), рН среды, микроорганизмов. Под воздействием данных факторов нитраты превращаются в следующие соединения: нитриты, оксиды азота, аммиак. Патологические изменения, возникающие в организме человека, связаны, прежде всего, с действием нитритов. В процессе метаболизма нитратов и нитритов образуются нитрозосоединения.

Данные соединения способствуют возникновению кожных заболеваний, а также обладают канцерогенной и мутагенной активностью. В ряде стран выявлена зависимость между смертностью от рака желудка и количеством используемых нитратных удобрений.

Радон – один из наиболее распространенных радиоактивных элементов, содержащихся в питьевой воде. Из всех изотопов данного элемента наиболее долгоживущим является радон-222. Период полураспада данного изотопа – 3,8 суток. Радон в основном содержится в граните и является продуктом распада урана-238.

Гранит – основной источник поступления данного элемента в питьевую воду. Концентрация радона в обычно используемой питьевой воде незначительна. Высокий уровень содержания данного элемента отмечается в некоторых колодцах и артезианских скважинах.

Радон проникает в организм человека через легкие и желудочно-кишечный тракт. Питьевая вода, содержащая радон, может вызвать онкологические заболевания различных органов и систем: крови, желудочно-кишечного тракта, почек. Поступая с воздухом в организм человека, данный элемент увеличивает риск возникновения онкологии легких.

Большое влияние на организм человека оказывает радон, находящийся в воздухе жилых помещений. Наибольшая концентрация радона выявлена в ванной комнате (в 3 раза больше, чем на кухне, и в 40 раз больше, чем в других комнатах).

4. Бактериологическое загрязнение питьевой воды, способы ее очищения и обеззараживания

Источниками обеспечения питьевой водой населения являются поверхностные водные объекты (озера, реки, водохранилища) и подземные воды.

Поверхностные источники питьевой воды характеризуются высоким уровнем микробного загрязнения, значительным содержанием взвешенных частиц и низкой минерализацией. Бактериологическое загрязнение поверхностных вод обусловлено стоками различных объектов (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Бактериологическое загрязнение поверхностных вод

Загрязнение воды болезнетворными микроорганизмами представляет собой наибольшую опасность для здоровья человека. Содержащиеся в воде патогенные микроорганизмы (вирусы, бактерии, простейшие) способны вызвать вспышки инфекционных заболеваний. Опасность от заболеваний, вызванных патогенными микроорганизмами, в тысячи раз выше, чем при загрязнении воды различными химическими веществами.

Вода поверхностных и подземных источников пригодна к употреблению лишь только после специальной обработки.

Выделяют два основных способа обработки воды – очищение и обеззараживание.

Очищение. Очищение (осветление, обесцвечивание) является начальной стадией в подготовке питьевой воды (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Очищение воды

Отстаивание. На первом этапе воды поверхностных источников поступают через водозаборные решетки, в которых остаются крупные загрязнители. Затем вода поступает в большие емкости – отстойники. При медленном (4–8 ч) протекании воды через данные емкости на дно выпадают крупные частицы.

Коагуляция. Для осаждения мелких частиц в отстойниках в воду добавляют различные химические вещества, например, сульфат алюминия. Данное вещество под влиянием воды образует хлопья, к которым прилипают мелкие частицы. Таким образом, происходит осаждение мелких частиц на дно резервуара. Время оседания частиц составляет 2–4 часа.

Фильтрация. Представляет собой конечную стадию очистки воды. На данном этапе вода поступает через слой песка и фильтрующую ткань. Фильтрующие материалы задерживают 99% микрофлоры, яйца гельминтов и оставшиеся вещества.

Обеззараживание. Наряду с очисткой всегда необходимо и обеззараживание поверхностных вод. При использовании подземных вод обеззараживание проводят только в том случае, если этого требует уровень содержания микроорганизмов в данной воде. Как показывает практика, подземные и поверхностные воды практически всегда невозможно использовать для питья без обеззараживания.

Способы обеззараживания направлены на уничтожение болезнетворных микроорганизмов, оставшихся в воде после очистки (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Обеззараживание воды

Химическими методами обеззараживания воды являются: хлорирование, озонирование, использование тяжелых металлов.

Хлорирование – наиболее распространенный способ обеззараживания воды. Широкое применение данного способа объясняется высокой эффективностью дезинфекции воды, дешевизной хлора и простотой применяемого оборудования.

Растворяясь в воде, хлор уничтожает микроорганизмы, проникая через их оболочку и угнетая действие ферментов.

Способ хлорирования способствует также удалению из воды различных химических соединений: биологических и органических примесей, солей марганца и железа, сероводорода и т.д.

Для хлорирования воды в основном используют жидкий или газообразный хлор.

Способ хлорирования имеет и недостатки. Применение газообразного хлора приводит к образованию хлорорганических соединений. Данные соединения характеризуются высокой токсичностью, канцерогенностью и мутагенностью. Очистка воды с применением угольных фильтров не всегда способна нейтрализовать хлорорганические вещества.

Хлорирование ухудшает также органолептические свойства воды (цвет, запах, вкус).

Хлор, используемый для обеззараживания воды, обладает высокой токсичностью. При хранении, транспортировке и использовании данного вещества необходимо соблюдать специальные меры по обеспечению безопасности.

Озонирование является одним из лучших способов обеззараживания воды. Это объясняется тем, что озон обладает высоким уровнем обеззараживания, улучшает органолептические показатели воды и препятствует образованию различных канцерогенных веществ.

Высокий уровень бактерицидного действия озона объясняется его способностью при взаимодействии с микроорганизмами превращаться в кислород. Данное вещество разрушает ферментные системы микроорганизмов. Способ озонирования уничтожает микроорганизмы в 300–3000 раз быстрее других способов обеззараживания.

Превращаясь в кислород, озон улучшает органолептические свойства воды: появляется голубой оттенок, исчезают лишние запах и привкус.

Данное вещество вырабатывается из атмосферного кислорода с помощью специальных аппаратов – озонаторов.

Основными недостатками при использовании данного способа являются высокая стоимость оборудования, значительный расход

электроэнергии и непродолжительность бактерицидного действия (озон быстро разрушается). Кроме того, данное вещество при взаимодействии с фенольными соединениями в воде образует продукты, токсичность которых выше чем у хлорфенольных соединений.

В отличие от хлора озон является более сильным окислителем. Даже в малых дозах он чрезвычайно ядовит. Использование озона контролируют с помощью специальных датчиков.

Только после превращения в кислород озон не образует токсичных соединений и не представляет опасности.

Использование тяжелых металлов. Для обеззараживания питьевой воды используются такие тяжелые металлы, как медь, серебро, бром, йод. Действие данных веществ, основано на их способности оказывать бактерицидное действие в низких концентрациях.

В отличие от хлора соединения брома и йода характеризуются более выраженными бактерицидными свойствами.

Данный способ обеззараживания питьевой воды имеет ряд недостатков. Технология использования брома и йода в отличие от хлора является более сложной. Различные способы использования серебра при обеззараживании воды имеют очень высокую стоимость.

К физическим способам обеззараживания воды относятся: кипячение, обеззараживание ультрафиолетом, электроимпульсный способ, обеззараживание ультразвуком, радиационный способ.

Кипячение относится к наиболее распространенным способам обеззараживания воды, особенно в домашних условиях. При данном способе осуществляется уничтожение большинства микроорганизмов и различных химических веществ, содержащихся в воде. В процессе кипячения снижается жесткость воды и удаляются растворенные в ней газы.

Необходимо помнить, что при кратковременном кипячении некоторые микроорганизмы сохраняют свою устойчивость. С этой целью воду необходимо кипятить в течение 15–20 минут.

Использование кипячения в промышленных масштабах нецелесообразно в связи с высокой стоимостью данного способа.

Обеззараживание ультрафиолетом является перспективным способом обеззараживания воды. Уничтожение микроорганизмов ультрафиолетом связано с воздействием данного излучения на ферментную систему и клеточный обмен микроорганизмов.

Обработку воды осуществляют с помощью установок ультрафиолетового обеззараживания (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Установка ультрафиолетового обеззараживания воды

Установка ультрафиолетового обеззараживания состоит из нержавеющей стальной корпус, внутри которого находится ультрафиолетовая лампа. Данная лампа имеет кварцевый чехол, который защищает ее от контакта с водой. Перемещаясь внутри корпуса, вода постоянно подвергается ультрафиолетовому облучению. Способ ультрафиолетового обеззараживания не образует токсинов. В связи с этим ультрафиолетовое облучение не имеет верхнего порога дозы. Излучение ультрафиолетового спектра является экологически чистым способом обеззараживания воды, так как сохраняет ее органолептические свойства.

Данный способ имеет и недостатки. Ультрафиолетовое излучение, как и озон, не обладает продолжительным бактерицидным действием. Данная особенность делает проблематичным использование ультрафиолетового излучения в централизованной системе водоснабжения. В данной системе возникает большой временной интервал между воздействием на воду и ее потреблением. Способ ультрафиолетового обеззараживания воды является наиболее оптимальным для индивидуального водоснабжения.

Несмотря на бактерицидное действие ультрафиолета возможна выработка новых штаммов микроорганизмов, устойчивых к воздействию данного излучения.

Существуют и факторы, снижающие эффективность работы установок ультрафиолетового обеззараживания воды.

При эксплуатации данного оборудования в течение длительного времени происходит загрязнение кварцевых чехлов ламп различными химическими отложениями.

Кроме того, мутность исходной воды приводит к рассеиванию ультрафиолетовых лучей. Данное явление значительно снижает эффективность обеззараживания воды.

Электроимпульсный способ относится к новым способам обеззараживания воды. Его действие основано на использовании импульсивных электрических разрядов.

Электроимпульсный способ характеризуется образованием микробно-летучих волн сверхвысокого давления, интенсивными ультразвуковыми колебаниями, возникновением импульсивных электрических полей, повышением температуры и т.д.

Различные явления, возникающие при использовании электрических разрядов, приводят к уничтожению практически всех болезнетворных микроорганизмов. Электроимпульсный способ придает воде бактерицидные свойства, которые сохраняются до 4 месяцев.

Данный способ обработки воды является экологически чистым и позволяет использовать жидкость в больших объемах.

Недостатком при использовании электроимпульсного способа является его высокая стоимость вследствие потребления большого количества энергии.

Обеззараживание ультразвуком. Для обработки воды в некоторых случаях применяют данный способ. Частота ультразвука значительно выше уровня слышимости человека и лежит в диапазоне от 20000 до 1000000 Гц. Ультразвуковые колебания данной частоты вызывают уничтожение микроорганизмов.

Механизм бактерицидного действия ультразвука полностью не изучен. Существует предположение, что ультразвук приводит к уничтожению бактерий путем образования газа, растворенного в жидкости. Пузырьки газа, содержащиеся в клетке бактерии, способствуют ее разрыву.

Ультразвук устойчив к действию различных факторов. К ним относятся:

- мутность воды;
- количество микроорганизмов;
- наличие растворенных в воде веществ.

Обеззараживание ультразвуком является одним из новейших и перспективных способов обработки воды.

Недостатком вышеуказанного способа является его высокая стоимость.

Радиационный способ. Для обеззараживания воды можно использовать и радиоактивные излучения. Наибольшим бактерицидным действием обладает гамма-излучение. Существуют специальные гамма-установки, в которых обработка воды осуществляется под воздействием излучения кобальта-60. Гамма-излучение оказывает угнетающее действие на ферментную активность микробов. Гамма-излучение в больших дозах вызывает гибель возбудителей таких опасных инфекционных заболеваний, как полиомиелит, тиф и т.д.

Комбинированный способ. Наиболее эффективным в большинстве случаев является комбинированный способ обеззараживания воды.

Так, при сочетании хлорирования и ультрафиолетового излучения отмечается не только высокий уровень обработки воды и снижение пороговой дозы хлора в воде, но и экономия средств при использовании данного вещества.

При использовании хлорирования в сочетании с озоном резко снижается образование токсичных хлорорганических соединений.

К особо опасным инфекционным заболеваниям с преимущественно водным путем передачи относится **холера**.

Возбудитель холеры может применяться в биологическом оружии.

Холера. Продолжительность инкубационного периода колеблется от нескольких часов до 5 дней.

Первым признаком заболевания является жидкий стул. В дальнейшем у пострадавших возникает рвота и жидкий стул становится более частым. Водянистые испражнения сменяются испражнениями, напоминающими по виду рисовый отвар. Данный вид выделений представлен комочками белой слизи, возникающей в результате гибели клеток слизистой оболочки тонкой кишки. Кроме того, в испражнениях больных может содержаться примесь слизи и крови. Рвотные массы, так же как и испражнения, имеют вид «рисового отвара». Частый жидкий стул и обильная рвота приводят к обезвоживанию организма.

Потеря жидкости в большом количестве вызывает различные нарушения в функционировании всех органов и систем: нарушение кровообращения, прекращение мочеотделения и нарушения функции почек вплоть до развития комы, поражение центральной нервной системы и возникновение судорог конечностей.

При заболевании холерой летальность может достигать 80%. Холера может охватывать не только территории отдельных государств (эпидемии), но и материка (пандемии).

Потенциальный риск эпидемий холеры после стихийных бедствий, приоритетные меры профилактики. Риск эпидемий холеры значительно возрастает после таких стихийных бедствий, как землетрясения, ураганы, наводнения, засуха.

При землетрясениях причиной распространения вышеуказанного заболевания являются повреждения различных объектов: насосных станций, канализационных сетей, очистных сооружений. При этом происходит заражение водоемов, грунта и подземных вод. Возникающие при землетрясениях цунами приводят к наводнениям и заражению питьевой воды, продуктов питания.

Причиной распространения холеры при ураганах являются ливневые осадки, выход рек из русел, разрушение дамб и плотин. Данные чрезвычайные ситуации приводят к наводнениям.

При очень сильной засухе причиной распространения данного заболевания являются зараженные пищевые продукты, с которыми контактировали мухи.

После стихийных бедствий могут возникать взрывные вспышки холеры с высокими коэффициентами летальности.

Приоритетные меры профилактики холеры после стихийных бедствий:

1. Удаление запасов питьевой воды и пищевых продуктов, которые были в контакте с водой.
2. Обработка кипятком поверхности мебели, посуды и столовых приборов.
3. Очистка колодцев от грязи.
4. Тщательное мытье рук.

Лекция 2. Законодательство Республики Беларусь в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

1. Законодательство Республики Беларусь в области охраны окружающей среды. Основные направления государственной политики в области охраны окружающей среды. Ответственность за нарушение законодательства.

2. Современное состояние окружающей среды в Республике Беларусь. Нерешенные экологические проблемы на современном этапе. Национальная система мониторинга окружающей среды (НСМОС).

3. Особо охраняемые природные территории Республики Беларусь Международная деятельность Республики Беларусь в области охраны окружающей среды.

1. Законодательство Республики Беларусь в области охраны окружающей среды. Основные направления государственной политики в области охраны окружающей среды. Ответственность за нарушение законодательства

Основными нормативно-правовыми актами в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов являются:

1. Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» от 17 июля 2002 г.

2. Закон Республики Беларусь «О растительном мире» от 14 июня 2003 года.

3. Закон Республики Беларусь «Об охране атмосферного воздуха» от 16 декабря 2008 г.

4. Закон Республики Беларусь «Об охране озонового слоя» от 16 июня 2014 г.

5. Кодекс Республики Беларусь «О недрах» от 14 июля 2008 г.

1. Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» от 17 июля 2002 г. определяет:

- основные задачи, направленные на решение вопросов охраны окружающей среды;
- основные направления государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды;
- требования при использовании опасных химических и радиоактивных веществ;
- нормативы допустимых выбросов и сбросов химических и других веществ;
- требования при обращении с отходами;
- требования к источникам, оказывающим вредное физическое воздействие. Нормативы допустимых физических воздействий (тепла, шума, ионизирующих излучений, электромагнитных полей);
- охрану озонового слоя;
- особо охраняемые природные территории (заповедники, заказники, национальные парки);
- мониторинг окружающей среды;
- международное сотрудничество в области охраны окружающей среды и т.д.

2. В Закон Республики Беларусь «О растительном мире» от 14 июня 2003 г. включены:

- охрана объектов растительного мира от пожаров;
- охрана объектов растительного мира при применении средств защиты растений, минеральных удобрений и других препаратов;
- охрана объектов растительного мира на особо охраняемых природных территориях;
- озеленение и воспроизводство объектов растительного мира;
- мониторинг растительного мира и т.п.

3. Закон Республики Беларусь «Об охране атмосферного воздуха» от 16 декабря 2008 г. определяет:

- нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- требования в области охраны атмосферного воздуха при применении средств защиты растений, минеральных удобрений;

- требования в области охраны атмосферного воздуха при сжигании топлива, веществ, материалов и отходов;
- мониторинг атмосферного воздуха и др.

4. В Законе Республики Беларусь «Об охране озонового слоя» от 16 июня 2014 г. представлены:

- требования в области охраны озонового слоя при техническом обслуживании, ремонте, демонтаже оборудования, содержащих озоноразрушающие вещества;
- восстановление, обезвреживание и утилизация озоноразрушающих веществ;
- информация по ввозу и вывозу озоноразрушающих веществ и содержащей их продукции;
- мониторинг озонового слоя.

5. Кодекс Республики Беларусь «О недрах» от 14 июля 2008 г. устанавливает: требования к добыче совместно залегающих полезных ископаемых, основные требования и нормирование в области использования и охраны недр, требования безопасности при пользовании недрами и т.д.

К основным направлениям государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды относятся:

- совершенствование механизмов государственного управления в области охраны окружающей среды;
- совершенствование системы охраны окружающей среды и рационального природопользования;
- создание государственных (правового, экономического) механизмов, стимулирующих рациональное использование природных ресурсов;
- проведение государственной экологической экспертизы;
- обеспечение непрерывного функционирования Национальной системы мониторинга окружающей среды;
- формирование и обеспечение функционирования системы национальной экологической сети, включающей особо охраняемые природные территории (заповедники, заказники, национальные парки);
- обеспечение права граждан на благоприятную окружающую среду и возмещение вреда, причиненного нарушением этого права;
- оказание содействия общественным объединениям, осуществляющим свою деятельность в области охраны окружающей среды;
- привлечение граждан, общественных объединений к охране окружающей среды;
- формирование экологической культуры и пропаганда знаний в области охраны окружающей среды;

- распространение экологической информации;
- научное обеспечение охраны окружающей среды;
- международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.

К основным видам ответственности за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды относятся:

1. Специальная эколого-правовая.
2. Гражданско-правовая.
3. Дисциплинарная.
4. Административная.
5. Уголовная.

1. Специальная эколого-правовая ответственность определяется природно-ресурсным законодательством и применяется за нарушение правил природопользования и охраны окружающей среды. Мерами данной ответственности являются прекращение, приостановление или ограничение пользования природными ресурсами.

2. Гражданско-правовая ответственность предусмотрена Гражданским кодексом Республики Беларусь для возмещения экономического и экологического вреда, причиненного природным ресурсам или окружающей природной среде. Возмещение вышеуказанного вреда может осуществляться как в стоимостном выражении, так и в натуральной форме. Например, это могут быть денежная компенсация затрат на восстановление природного объекта или выполнение правонарушителем работ по посадке деревьев и др.

3. Дисциплинарная ответственность определяется Трудовым кодексом (ТК) Республики Беларусь и применяется за экологические дисциплинарные проступки, совершенные работниками организаций при выполнении своих трудовых обязанностей, связанных с осуществлением природопользования или охраны окружающей среды. К основным мерам дисциплинарной ответственности относятся: замечание, выговор, увольнение.

4. Административная ответственность устанавливается за правонарушение против экологической безопасности, окружающей среды и порядка природопользования. Выделяют следующие виды административных взысканий: предупреждение, штраф, административный арест, лишение права заниматься определенной деятельностью, конфискация орудий охоты и добычи рыбы.

Например, в соответствии со статьей 15.1 КоАП РБ нарушение требований нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды влечет наложение штрафа в размере от пяти до пятидесяти базовых величин на индивидуального предпринимателя – от двадцати до ста базовых величин, а на юридическое лицо – до пятисот базовых величин.

5. Уголовная ответственность применяется за преступления против экологической безопасности и природной среды. К основным мерам уголовной ответственности относятся: штраф, исправительные работы, арест, ограничение свободы, лишение свободы, лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью.

Например, в соответствии со статьей 272 УК РБ загрязнение вод, повлекшее по неосторожности смерть человека либо заболевания людей, наказывается ограничением свободы на срок до пяти лет или лишением свободы на срок от одного года до семи лет с лишением или без лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью.

2. Современное состояние окружающей среды в Республике Беларусь. Нерешенные экологические проблемы на современном этапе. Национальная система мониторинга окружающей среды (НСМОС)

Современное состояние окружающей среды в Республике Беларусь. Нерешенные экологические проблемы на современном этапе. Большое влияние на экологическую обстановку в Беларуси оказывают антропогенные факторы. Источниками воздействия антропогенных факторов на окружающую среду являются: жилищно-коммунальное хозяйство, сельскохозяйственная деятельность, транспорт, предприятия промышленности и энергетики.

К основным экологическим проблемам Беларуси относятся:

1. Истощение природных ресурсов.
2. Загрязнение окружающей среды.
3. Риск возникновения аварий на опасных промышленных объектах.
4. Опасность снижения биологического и ландшафтного разнообразия.
5. Повторение чрезвычайных ситуаций природного характера.

1. Проблемы, связанные с истощением природных ресурсов, обусловлены крупномасштабной осушительной мелиорацией (свыше 3,5 млн га), проведенной в 1960–1980-х гг. в Республике Беларусь. Наиболее интенсивно мелиоративные работы осуществлялись на территории Брестской и Гомельской областей с целью выращивания пропашных сельскохозяйственных растений. Мелиорация земель вызвала деградацию почв, нарушение водного режима территории, трансформацию химического состава вод и т.д.

2. Проблемы, вызванные загрязнением окружающей среды, включают: радиоактивное загрязнение территории, загрязнение воздуха, поверхностных и подземных вод, накопление промышленных и коммунальных отходов.

Наиболее важной экологической проблемой является радиоактивное загрязнение территории. Зона распространения радионуклидов составляет 14,5% от общей площади республики. С течением времени территория радиоактивного загрязнения уменьшается за счет естественного распада радиоактивных веществ.

Основной вклад в загрязнение воздуха вносят промышленность и сельское хозяйство. Суммарное количество промышленных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составляет 65%. Вклад сельского хозяйства в общий объем выбросов – 26%. На долю промышленности приходится 80% выбросов оксида углерода, 92% оксидов азота, 96% диоксида серы и пр.

Для снижения роста выбросов различных загрязняющих веществ в Республике Беларусь проводятся мероприятия по строительству, реконструкции и модернизации газоочистных установок. При использовании газоочистных установок улавливается и обезвреживается около 90% выбросов различных химических веществ.

Загрязняющие вещества поступают в поверхностные воды с атмосферными осадками, сбрасываемыми сточными водами, с поверхностным стоком сельскохозяйственных и урбанизированных территорий.

В Республике Беларусь общая мощность очистных сооружений превышает объем сточных вод. Несмотря на это данные сооружения не обеспечивают необходимое качество очистки. Часть очистных сооружений нуждается в реконструкции и использует оборудование с высоким уровнем износа. Кроме того, на многие очистные сооружения поступают сточные воды с содержанием загрязняющих веществ выше предельно допустимых концентраций.

При анализе загрязнения подземных вод большое внимание уделяют оценке загрязнения питьевой воды. Проблема качества подземных вод определяется природными и антропогенными факторами. Природные факторы обуславливают высокий уровень содержания железа и марганца в питьевой воде. Повышенная концентрация железа отмечается примерно в половине источников пресных вод. Наиболее высокие уровни содержания данного элемента в воде зарегистрированы на юге Беларуси. На данной территории повышенная концентрация железа в питьевых водах отмечается в 60–80% случаев.

Природные факторы, обуславливающие неудовлетворительное состояние качества питьевой воды, в основном характерны для источников централизованного водоснабжения. Загрязнение источников городского водоснабжения фиксируется только для одиночных скважин. Основной причиной загрязнения данных источников является нарушение режима зон санитарной охраны.

В результате интенсивного применения минеральных и органических удобрений отмечается высокий уровень химического и микробиологического загрязнения колодцев в сельской местности. Кроме того, причиной загрязнения питьевой воды является расположение колодцев в непосредственной близости от мест содержания домашнего скота.

В Республике Беларусь образуется более 50 млн т в год отходов производства. Выделяют более 1000 наименований отходов с широким спектром химических свойств. Наибольшее количество отходов приходится на долю обрабатывающей и горнодобывающей промышленности (74% и 11% соответственно). В Беларуси образуется более 3 млн т в год отходов потребления, которые составляют основную часть коммунальных отходов (около 70%).

В соответствии с Законом Республики Беларусь «Об обращении с отходами» от 20.07.2007 г. к основным принципам управления отходами относятся:

- приоритетность использования отходов по отношению к их обезвреживанию или захоронению;
- приоритетность обезвреживания отходов по отношению к их захоронению.

Стойкие органические загрязнители (СОЗ). Первым глобальным договором, направленным на защиту окружающей среды от воздействия СОЗ, стало принятие 22 мая 2001 г. в г. Стокгольме специального международного соглашения – Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 26 декабря 2003 г. «О присоединении Республики Беларусь к Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях», Республика Беларусь приняла обязательства по решению проблемы СОЗ.

Перечень стойких органических загрязнителей включает 24 наименования. Указанный перечень расширяется по мере накопления информации о свойствах опасных химических веществ. Среди СОЗ целую группу составляют хлорсодержащие пестициды.

В настоящее время на территории Республики Беларусь хранится 10623 т непригодных пестицидов (табл. 3.5).

Хранение непригодных пестицидов

Места хранения	Количество в тоннах	% от общего количества
Подземные захоронения	4626	43
Коммунальное унитарное предприятие «Комплекс по переработке и захоронению токсичных промышленных отходов Гомельской области»	3171	30
Сельскохозяйственные организации и райагросервисы	2826	27

В результате мониторинговых наблюдений состояния мест хранения непригодных пестицидов были выявлены следующие проблемы:

- неудовлетворительное состояние складских помещений (повреждение крыши, несоответствие размеров складских помещений количеству хранящихся там химикатов и т.д.);
- нарушение правил учета пестицидов;
- образование новых химикатов с неизвестными свойствами (смешение пестицидов в процессе их переупаковки в пластмассовую тару);
- хранение переупакованных пестицидов, приводящее к деформации бочек и риску возникновения чрезвычайных ситуаций.

Мероприятия по ликвидации непригодных пестицидов, отнесенных к стойким органическим загрязнителям, в Беларуси планируется завершить к 2025 году.

Национальная система мониторинга окружающей среды (НСМОС) – это информационная система о состоянии окружающей среды, объединяющая в себе средства сбора информации и все стадии ее обработки до передачи информации потребителям.

Основной целью создания НСМОС является объединение разрозненной экологической информации и обеспечение всех уровней государственного управления объективными данными для принятия оперативных решений и определения стратегии природопользования.

Национальная система мониторинга окружающей среды была образована Постановлением Совета Министров Республики Беларусь

от 20.04.93 № 247 «О создании Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (НСМОС)».

Организация и проведение мониторинга осуществляется республиканскими органами государственного управления (табл. 3.6).

Таблица 3.6

Структура и функции Национальной системы мониторинга окружающей среды

Республиканские органы государственного управления	Вид мониторинга
Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды	Мониторинг атмосферного воздуха, мониторинг поверхностных вод, мониторинг подземных вод, локальный мониторинг (мониторинг небольших территорий), радиационный мониторинг
Национальная академия наук Беларуси	Мониторинг животного мира, мониторинг растительного мира, геофизический мониторинг
Министерство образования	Мониторинг озонового слоя
Министерство лесного хозяйства	Мониторинг лесов
Государственный комитет по имуществу	Мониторинг земель

В области обмена информацией НСМОС взаимодействует с системой социально-гигиенического мониторинга и системой мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Социально-гигиенический мониторинг осуществляется Министерством здравоохранения Республики Беларусь. Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций находится в ведении Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

3. Особо охраняемые природные территории Республики Беларусь. Международная деятельность Республики Беларусь в области охраны окружающей среды

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) – части территории Республики Беларусь с уникальными природными комплексами и объектами, имеющими особое экологическое, эстетическое значение и в отношении которых установлен особый режим охраны и использования.

ООПТ определены Законом Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях».

Выделяют 4 категории ООПТ в зависимости от функций и режимов охраны и использования (рис. 3.9).



Рис. 3.9. ООПТ в зависимости от функций и режимов охраны и использования

Заповедник – особо охраняемая природная территория, объявленная в целях сохранения ценных природных комплексов и объектов, изучения живых организмов и естественных экологических систем (наземных, водных), создания условий для обеспечения естественного течения природных процессов.

Национальный парк – особо охраняемая природная территория, объявленная в целях восстановления и сохранения ценных природных комплексов и объектов, их использования в процессе различной экологической деятельности (природоохранной, научной, просветительской, туристической, рекреационной и оздоровительной).

Заказник – особо охраняемая природная территория, объявленная в целях восстановления, сохранения и воспроизводства природных комплексов и объектов, природных ресурсов одного или нескольких видов с ограничением использования других природных ресурсов.

Памятник природы – особо охраняемая природная территория, объявленная в целях сохранения ценных природных объектов в интересах настоящего и будущих поколений.

Основные задачи, связанные с управлением заповедника:

- сохранение в естественном состоянии природных комплексов и объектов;
- организация и проведение природоохранных и восстановительных мероприятий, обеспечение соблюдения установленного режима охраны и использования заповедника. На территории заповедника восстановлению подлежат: естественные экологические системы, редкие природные ландшафты, места обитания и произрастания диких животных и дикорастущих растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь;

- организация и проведение научных исследований;
- организация комплексного мониторинга естественных экологических систем;
- содействие в подготовке специалистов в области охраны окружающей среды;
- экологическое просвещение населения и пропаганда в области охраны окружающей среды;
- развитие экологического туризма (посещение экологических троп, наблюдение за животными и т.п.) на маршрутах, определенных планом управления заповедником.

Основные задачи, определяющие управление национальным парком:

- обеспечение условий сохранения в естественном состоянии уникальных природных комплексов и объектов, а также ландшафтного и биологического разнообразия;
- сохранение и восстановление различных ценных качеств природных комплексов и объектов: санитарно-гигиенических, оздоровительных, рекреационных и т.д.;
- организация и осуществление природоохранных мероприятий в национальном парке, обеспечение соблюдения режима охраны и использования;
- организация и проведение научно-исследовательских работ;
- организация комплексного мониторинга естественных экологических систем;
- содействие в подготовке специалистов в области охраны окружающей среды;
- участие в разработке и внедрении научных методов охраны природы и рационального использования природных ресурсов;
- экологическое просвещение населения и пропаганда в области охраны окружающей среды;
- организация туризма, отдыха, а также оздоровления населения;
- осуществление хозяйственной деятельности в соответствии с установленным режимом охраны и использования национального парка.

Основные задачи, связанные с управлением заказником:

- обеспечение соблюдения режима охраны и использования заказника;
- организация выполнения природоохранных мероприятий, а также мероприятий по восстановлению природных комплексов и объектов: естественных экологических систем, редких природных ланд-

шафтов, мест обитания диких животных и произрастания дикорастущих растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь;

- сохранение в естественном состоянии природных комплексов и объектов;
- организация комплексного мониторинга естественных экологических систем;
- организация и проведение научных исследований;
- участие в разработке и внедрении научно обоснованных методов охраны окружающей среды и рационального природопользования;
- экологическое просвещение населения и пропаганда охраны окружающей среды;
- организация туристической, рекреационной, оздоровительной деятельности в соответствии с установленным режимом охраны и использования заказника.

В отличие от заказников и национальных парков на территории заповедников полностью запрещена любая хозяйственная деятельность: добыча полезных ископаемых, охота, рыбная ловля и т.п. На данных территориях туристическая деятельность ограничена.

Основные задачи, определяющие управление памятником природы:

- обеспечение соблюдения режима охраны и использования памятника природы;
- организация выполнения природоохранных мероприятий, в том числе мероприятий по восстановлению природных комплексов и объектов;
- обеспечение условий сохранения в естественном состоянии природных комплексов и объектов;
- экологическое просвещение населения и пропаганда дела охраны окружающей среды;
- организация туристической, рекреационной, оздоровительной деятельности в соответствии с установленным режимом охраны и использования памятника природы.

К памятникам природы относят вековые деревья, парки, холмы, рвы и т.д.

В пределах особо охраняемых природных территорий зарегистрировано 80% видов редких и находящихся под угрозой исчезновения дикорастущих растений. Кроме того, на данных территориях обитает около 90% видов редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных. Площадь ООПТ составляет 8,2% от общей площади страны.

В Беларуси к особо охраняемым природным территориям относят 1254 объекта. ООПТ включают: 2 заповедника, 4 национальных парка, 95 заказников республиканского значения (5 водно-болотных, 17 гидрологических, 35 ландшафтных, 38 биологических), 267 заказников местного значения, 319 памятников природы республиканского и 567 – местного значения (рис. 3.10).

Международную деятельность в области охраны окружающей среды определяют соглашения, протоколы и конвенции.

Основные межправительственные и межведомственные соглашения Республики Беларусь в области охраны окружающей среды:

1. Соглашение между Правительством Республики Беларусь и Правительством Латвийской Республики о сотрудничестве в области охраны окружающей среды (Минск, 21.02.1994 г.).

2. Соглашение между Правительством Республики Беларусь и Правительством Российской Федерации о сотрудничестве в области охраны окружающей среды (Смоленск, 5.07.1994 г.).

3. Соглашение между Правительством Республики Беларусь, Правительством Республики Польша и Правительством Украины о создании трансграничного биосферного резервата «Западное Полесье» (Киев, 28.10.2011 г.).

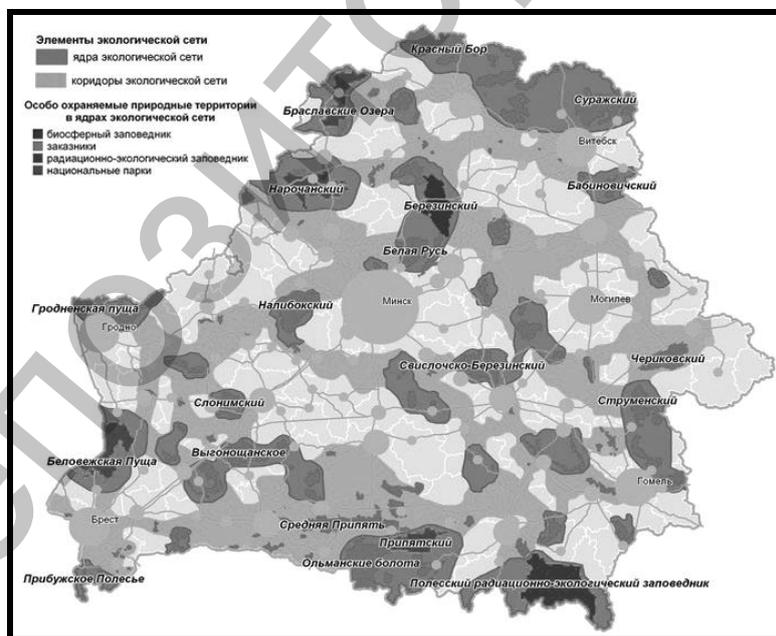


Рис. 3.10. ООПТ в Республике Беларусь

4. Соглашение между Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерством охраны окружающей среды Литовской Республики о сотрудничестве в области охраны окружающей среды (Минск, 14.04.1995 г.).

5. Соглашение между Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерством природных ресурсов Российской Федерации о сотрудничестве в области недропользования (Минск, 14.03.2000 г.).

Основные международные конвенции и протоколы, определяющие деятельность Республики Беларусь в области охраны окружающей среды:

1. Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС) (Вашингтон, 03.03.1973 г.).

2. Конвенция об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания (Берн, 19.09.1979 г.).

3. Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (Женева, 13.11.1979 г.). К данной конвенции приняты соответствующие протоколы:

- Протокол о финансировании совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе (ЕМЕП) (Женева, 28.09.1984 г.);

- Протокол о сокращении выбросов серы (Хельсинки, 08.07.1985 г.);

- Протокол о сокращении выбросов окислов азота (София, 31.10.1988 г.).

4. Венская конвенция об охране озонового слоя (Вена, 22.03.1985 г.).

5. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой (Монреаль, 16.09.1987 г.).

6. Конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (Базель, 22.03.1989 г.).

7. Рамочная конвенция ООН об изменении климата (Нью-Йорк, 09.05.1992 г.).

8. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием (Париж, 17.06.1994 г.).

Раздел 4. Основы энергосбережения

Лекция 1. Топливо-энергетические ресурсы в Республике Беларусь и традиционные способы получения тепловой и электрической энергии

1. Ископаемые виды топлива, их характеристика и запасы в Республике Беларусь.

2. Энергия, ее виды. Традиционные источники электрической энергии: тепловая, энергия потока воды, атомная энергия.

3. Экологические проблемы использования традиционных источников энергии.

1. Ископаемые виды топлива, их характеристика и запасы в Республике Беларусь

Дмитрий Иванович Менделеев определил: «Горючее, которое специально сжигается для получения теплоты, именуется топливом». Основой развития промышленных предприятий, в том числе газохимических, торфобрикетных, нефтехимических и иных, считается переработка минерального топлива.

По физическому состоянию выделяют три типа топлива: твердое, жидкое, газообразное.

Твердое топливо

Первым видом твердого топлива являются такие растения, как древесина, камыш, солома, кукуруза. В некоторых местах эти виды топлива до сих пор актуальны.

В результате гумификации органической массы образуются твердое ископаемое топливо (исключая сланцы). Торф является плотной массой, которая образовывается из разложившихся остатков болотных растений.

Представителями группы твердых каустобиолитов, которые при осуществлении сухой перегонки выделяют высокое количество смолы, схожей по химическому составу с нефтью, являются горючие сланцы. В Республике Беларусь месторождения горючих сланцев находятся в южных областях (месторождение в Турове на Гомельщине, в Любанске – в районах Солигорска и Любанска Минской области), они найдены в 1963 г. По некоторым прогнозам, их резервы составляют 11,3 миллиарда тонн, включая индустриальные на глубине 320 м – 3,67 миллиарда тонн. Особенно освоенным является месторождение в Турове.

Более древними представителями считаются бурые угли – однородная масса угольного или буро-черного цвета, которая при взаимодействии с кислородом частично окисляется и превращается в порошкообразную массу.

Дальше по хронологической лестнице располагаются каменные угли. В большинстве случаев они обладают высокой прочностью и невысокой пористостью. Наиболее сильным изменениям подверглись антрациты, органическая масса которых на 92,99% состоит из углерода. Известно, что антрацит отличается чрезвычайной твердостью.

Древесина, торф, нефть, бурый уголь, горючие сланцы – это те топливные ресурсы, которые широко распространены на территории РБ. Суммарные резервы запасов древесины в республике оцениваются приблизительно в 1091,2 миллионов м³, что составляет около 1–2% древесных запасов стран ближнего зарубежья. Лесистость местности составляет приблизительно 38,3%.

Ценность древесины как ресурса, который играет важную роль в республиканском топливном балансе, пока второстепенна по причине проводившейся с 1960 г. и существующей сейчас газификации, которая практически полностью вытеснила древесину как вид топлива. В последние годы все больше объектов хозяйствования применяют преимущественно отходы деревообработки. Это связано с появившимися проблемами в высокой цене экспортируемого топлива по сравнению с местным.

Торф в качестве топливного ресурса является более распространенным для нашей страны. По резервам торфа только Россия обгоняет Беларусь, тем самым наша страна расположилась на втором месте в СНГ. Для страны характерно наличие торфяных отложений почти во всех районах. Первичные запасы составляли 5,65 миллиарда тонн, остаточные геологические составляют примерно 4,25 миллиарда тонн.

Еще в Припятском прогибе существуют резервы бурого угля. По прогнозам геологов, количество его ресурсов оценивается в 411,5 миллиона тонн, включая мощностью пласта от 0,75 м и более – 295 миллионов тонн.

Изученные месторождения запасов угля еще не разрабатываются, ибо ресурс находится на большой глубине, а мощность его пластов мала. Отсутствует потребность в добыче горючих сланцев с имеющимися запасами в 11 миллиардов тонн. Подобная ситуация сложилась и для бурых углей, запасы которых составляют 152 миллиона тонн.

Ядерное топливо. Тяжелые ядра тория и урана являются единственным природным видом ядерного топлива. При делении изотопа ^{235}U , который содержится в природном уране в количестве 0,7%, энергия под действием нейтронов высвобождается в виде теплоты. Как сырье можно использовать ^{239}Th и ^{238}U . Эти изотопы под действием нейтронного облучения становятся новым ядерным топливом: ^{239}U и ^{239}Pu . После деления всех ядер в 1 килограмме урана мы получим столько же энергии, сколько дает сгорание 2700 т каменного угля высшего качества.

Активно ядерное топливо используется в реакторах, где оно расположено в виде небольших таблеток в герметичных тепловыделяющих элементах (ТВЭЛах).

Ядерное топливо должно иметь высокую химическую совместимость с оболочками ТВЭЛов. У него должна быть хорошая теплопроводность, необходимая температура плавления и испарения, нужное увеличение объема при облучении. Также предъявляются высокие требования к технологичности производства ядерного топлива.

Если в уран добавить небольшое количество алюминия, молибдена и других металлов, то произойдет легирование урана и его механические свойства и стойкость улучшатся. Различные легирующие

добавки уменьшают количество нейтронов деления за один захват ядерным топливом нейтрона. Как следствие, урановые легирующие добавки выбирают из таких материалов, которые поглощают как можно меньше нейтронов.

Список тугоплавких соединений урана, являющихся хорошим ядерным топливом: карбиды, окислы, интерметаллические соединения. Самую большую популярность имеет керамика – двуокись урана (UO_2). Ее плотность равна $10,2 \text{ т/м}^3$, а температура плавления – 2800°C . У нее нет фазовых переходов и заметно меньшее распухание по сравнению со сплавами урана. Благодаря этому можно повесить до нескольких процентов выгорание. Двуокись урана при высоких температурах никак не взаимодействует с нержавеющей сталью, ниобием, цирконием и другими металлами.

Плутоний является низкоплавким металлом. Температура плавления плутония равна 640°C . Он плохо поддается механической обработке, потому что не может похвастаться хорошими пластическими свойствами. Токсичность плутония усложняет технологию изготовления ТВЭЛов. Для изготовления ядерного топлива обычно используют сплавы плутония с металлами, двуокись плутония и смесь карбидов урана с карбидами плутония.

Самые крупные запасы урана находятся в Австралии (661 тыс. т), Казахстане (629 тыс. т), России (487 тыс. т), Канаде (468 тыс. т) и Нигере (421 тыс. т). Залежи урана в Беларуси не найдены.

Жидкое топливо

Нефть – это смесь различных по группам и молекулярным массам жидких углеводородов. Также в ее составе есть жидкие сернистые, кислотные и азотистые соединения. Выглядит нефть как жидкость бурого цвета. Имеет своеобразный запах смолы.

Львиная доля жидкого топлива получается путем переработки нефти. При ее перегонке получают такие продукты, как керосин, бензин, различные смазочные масла, а также вазелин, который применяют в медицине.

После добычи нефть нужно нагреть примерно до 350°C , потом полученный пар следует разогнать на фракции: дизельную (18%), керосиновую (17%), бензиновую (15%), сжиженный газ (1%). Остатком после переработки является мазут. Мазут – смесь углеводородов, в состав которых входят углерод и водород.

Мазут, получаемый путем переработки нефти из некоторых месторождений, содержит до 4% серы, что негативно сказывается на окружающей среде при его сжигании.

В составе мазута должно быть не более 1,5% воды и не более 0,14% золы. В золе содержатся железо, никель, ванадий и другие ме-

таллы, из-за этого она часто используется как сырье для получения, к примеру, ванадия.

Мазут обычно используется на электростанциях и в котельных, а в бытовых условиях – печное топливо, представляющее собой смесь фракций.

Считается, что запасы нефти во всем мире примерно 200 млрд т, 53 млрд т – достоверные запасы. Большая доля всех запасов нефти расположена в странах Ближнего и Среднего Востока. В Западной Европе запасы нефти относительно малы. Все время происходит разведка новых залежей. Новые месторождения обычно находят в море.

Во всем мире угля значительно больше, чем нефти. Но нефть, особенно в переработанном виде, значительно удобнее использовать в качестве топлива. Перемещение нефти в основном происходит по нефтепроводам, на танкерах или по железной дороге. Из-за этого значительную часть стоимости нефти составляет транспортировка.

Ключевые запасы нефти на территории страны находятся в районе Припятского прогиба. Известно 55 источников нефти, в т.ч. 53 – в Гомельской и 2 – в Могилевской областях. Одно из значимых залежей, которые разрабатываются, – месторождение в Речице, оно находится в эксплуатации начиная с 1965 года.

Республика Беларусь ежегодно нуждается в 16–18 миллионах тонн нефти. Собственными ресурсами покрываются только около 8–11%. Остальную потребность в нефтепродуктах восполняют приблизительно 69 объектов хозяйствования.

Газообразное топливо

Самый часто встречающийся представитель газообразного топлива – природный газ. Он добывается из газовых месторождений, газ – конденсатных месторождений, газ – нефтяных месторождений и т.д. Основу его составляет CH_4 (метан). Также, в зависимости от месторождения, в нем могут содержаться N_2 (азот), CO_2 (диоксид углерода) и C_nH_m (высшие углеводороды). Во время добычи газа происходит очистка от сернистых соединений, но полностью очистить газ от них не всегда получается.

Существует еще попутный газ, получаемый при добыче нефти. Его особенностью является меньшее содержание метана и большее содержание высших углеводородов, чем в природном газе. Поэтому такой газ при сгорании выделяет больше теплоты.

Большое распространение в быту находит сжиженный газ, который получают при первичной нефтяной обработке. Самые распространенные газы – технический бутан и технический пропан.

Мировые запасы газа составляют примерно 140–170 трлн кубических метров.

Газ под землей располагается под давлением в своеобразных водонепроницаемых куполах из глины и песчаника. В его составе в основном CH_4 . Очистка от капель конденсата, песчаной взвеси и других включений происходит при выходе газа из скважины. Далее происходит подача на магистральный газопровод, имеющий диаметр около 1 метра и длину в несколько тысяч километров. Среднее давление в газопроводе составляет 5 МПа. Это давление поддерживается благодаря компрессорам, установленным на каждые 100 метрах. Компрессоры работают от газа в газопроводе и потребляют около 11% всего газа. Поэтому транспортировка газа очень дорогая.

Самое крупное месторождение природного газа находится на территории Ирана и Катара. Запасы этого месторождения оценены в 28 трлн м^3 газа. В Беларуси природный газ в чистом виде пока не выявлен.

Одним из самых перспективных видов топлива является водород. По сравнению с нефтью он обладает в 3 раза большей энергоемкостью. Сейчас ведутся большие научные работы по поиску способов производства водорода. Водород относится к неисчерпаемым источникам энергии и не привязан к конкретному региону планеты. Водород входит в состав воды и при сжигании образует воду. Его очень удобно транспортировать и хранить почти без затрат.

Почти весь водород сейчас получают из природного газа, но в обозримом будущем его можно будет получать в результате газификации угля. Водородную химическую энергию можно получить в процессе электролиза воды. Этот способ предпочтителен тем, что способен еще и обогатить окружающую среду кислородом.

2. Энергия, ее виды. Традиционные источники электрической энергии: тепловая, энергия потока воды, атомная энергия

Энергия является единой численной мерой движения и взаимодействия всех типов материи. Энергия – это способность выполнения работы, а работа совершается при воздействии на тело физической силы.

Выделяются несколько типов энергии. В их число входят: механическая, электрическая, тепловая, магнитная, атомная энергии.

Одним из самых удачных видов энергии является электрическая. Она повсеместно используется по следующим причинам:

- можно добывать из разнообразных возобновляемых источников;
- транспортируется на довольно большие расстояния с малыми утечками;
- легко преобразовывается в различные виды энергии;
- не сказывается пагубно на экологии;

- многие совершенно новые, прогрессирующие научно-технические процессы со значимой степенью автоматизации программируются на использовании электроэнергии.

Как в промышленности, так и в быту широко применяют тепловую энергию. Используют ее в виде энергии пара – результата сгорания топлива или горячей воды.

Первоначальная энергия видоизменяется во вторичную, включая и электрическую, на станциях, которые именуются в зависимости от того, с помощью какого типа энергии получается электроэнергия:

- на тепловых электростанциях (ТЭС) используется тепловая электроэнергия;
- гидроэлектростанциях (ГЭС) – механическая (получается за счет движения воды);
- гидроаккумулирующих станциях (ГАЭС) – механическая (энергия движения воды в ранее наполненном водоеме);
- атомных электростанциях (АЭС) – атомная;
- приливных электростанциях (ПЭС) – энергия приливов и отливов.

В нашей стране значительная часть энергии (более 90%) получается на ТЭС. Есть два типа теплоэлектростанций:

- конденсационные тепловые электростанции (КЭС). Они используются для производства исключительно электрической энергии;
- теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). На них проводится составное производство тепловой и электрической энергии.

Тепловые электростанции

Электростанции, которые, вырабатывая электрическую энергию, применяют преобразование тепловой энергии, получающейся при сгорании органического топлива, называются тепловыми электростанциями. Первые ТЭС появились в конце 19 века. ТЭС становятся главным типом электрических станций в середине 70-х гг. 20 века. Ими производилось в России и США примерно 81% и в мире около 77% по данным 1975 г. и 1973 г. соответственно.

ТЭС снабжают множество регионов республики. Помимо вышеуказанных электростанций в большинстве случаев используются теплоэлектроцентрали – ТЭЦ, которые производят не только электроэнергию, но и тепло, используемое в качестве горячей воды. Данная система имеет свои недостатки, она является несколько непрактичной, поскольку надежность теплотрасс на больших расстояниях намного ниже, в отличие, например, от электрокабеля, в котором энергетические потери намного ниже.

В случае длины теплотрасс более 25 км, что является распространенным положением для больших населенных пунктов, использование электрических бойлеров в каждом доме является менее затратным.

На ТЭС производится взаимопревращение химической энергии топлива, в первую очередь, в механическую, а затем в электрическую.

В качестве топлива для данной электростанции применяются уголь, газ, торф, горючие сланцы, мазут.

Существуют различные способы отбора пара из паровых турбин разных типов. Турбины, установленные в ТЭЦ, позволяют отбирать пар только в определенных количествах. Далее в сетевых подогревателях пар конденсируется и отдает энергию воде в сети, направляющейся на пиковые водогрейные котельные и тепловые пункты. Теплоэлектроцентраль можно легко превратить в обычную КЭС. Для этого нужно перекрыть тепловые отборы пара.

Совмещение полезных функций производства электроэнергии и тепла очень выгодно, потому что оставшееся тепло, не участвующее в работе, используется в отоплении. Это позволяет повысить расчетный КПД до 40% у ТЭЦ, но экономичность по-прежнему на плохом уровне. Основными критериями экономичности являются КПД цикла ТЭЦ и удельная выработка энергии на потреблении.

Нужно учитывать отдаленность потребителей тепловой энергии при строительстве ТЭЦ, потому что передача тепла на значительные расстояния нецелесообразна.

Суммарная мощность электростанций в Беларуси составляет около 9741 МВт, 97% из которых – мощность ТЭС. Самая крупная ТЭС в Беларуси – Лукомльская ГРЭС. Она расположена в городе Новолукомль и имеет проектную мощность 2500 МВт.



Рис. 4.1. Лукомльская ГРЭС

Крупнейшей ТЭС в мире является «Tuocketuo» в Китае. Ее мощность составляет 6600 МВт.

Гидроэлектростанции

Гидроэлектрическая станция, или как ее именуют гидроэлектростанция (ГЭС), – это совокупность построек и оборудования, благодаря которым энергия водного потока видоизменяется в электроэнергию. В состав ГЭС включаются: последовательная цепь гидротехнических построек, которые обеспечивают требуемый напор и концентрацию потока воды; энергетическое оборудование, преобразующее энергию воды, движущейся под высоким напором, в механическую вращательную энергию, которая, в свою очередь, преобразуется в электрическую энергию.

Принцип работы является элементарным и везде почти идентичен. Напор воды, который направлен на лопасти гидротурбины, приводит ее во вращение, а гидротурбина, в свою очередь, будучи соединена с генератором, вращает генератор. Генератор (рис. 4.2) вырабатывает электроэнергию, которая и подается на трансформаторную станцию, а затем и на ЛЭП (рис. 4.3).

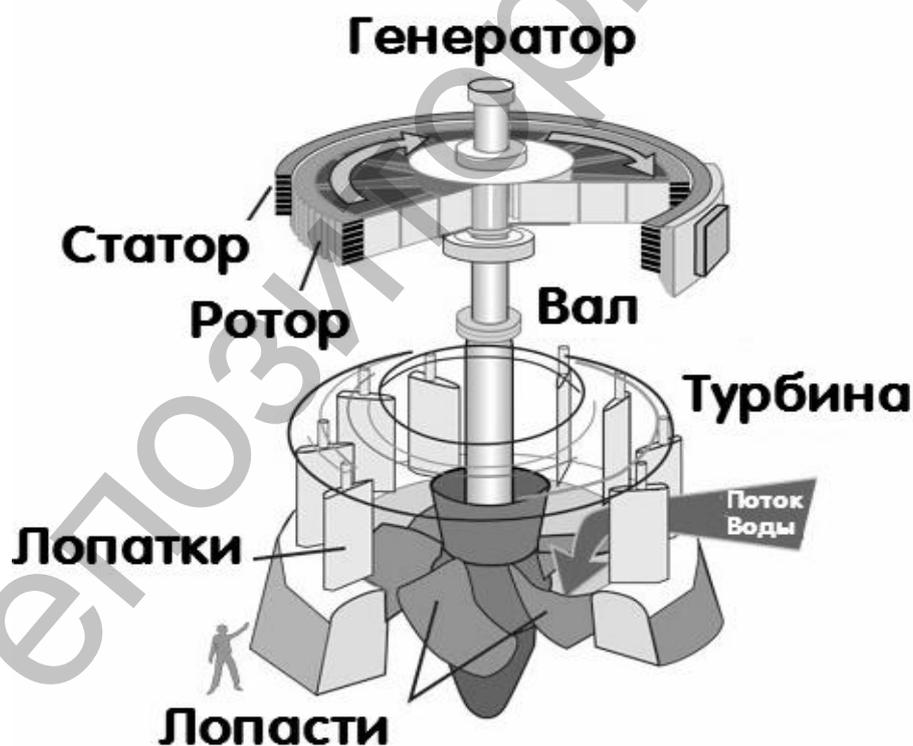


Рис. 4.2. Схема генератора гидроэлектростанции

Непосредственно энергию потока воды в электрическую энергию преобразовывают установленные гидроагрегаты в машинном зале, а в здании расположены устройства контроля работы и все необходимые распределительные устройства.

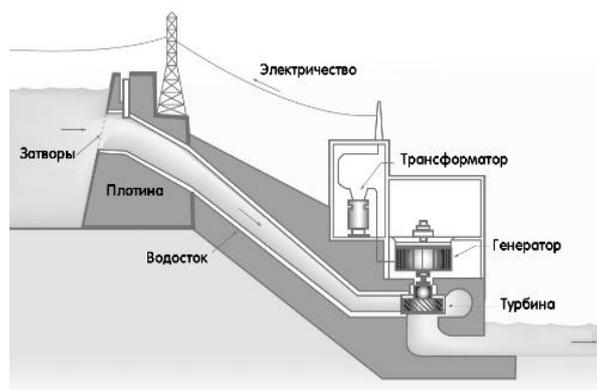


Рис. 4.3. Принципиальная схема гидроэлектростанции

В зависимости от плана применения водных ресурсов и интенсивности напоров ГЭС в большинстве случаев разделяют на следующие типы: русловые, приплотинные, деривационные с напорной и безнапорной деривацией, смешанные, гидроаккумулирующие и приливные.

От количества и напора воды, которая проходит через турбины, зависит мощность гидроэлектростанции. Напор формируется за счет направленного естественного движения воды. Это может быть вода, накопленная у плотины, или же напор получается благодаря деривации потока, – это когда вода отводится от русла по специальному туннелю или каналу.

Гидроэлектростанции, в которых напор воды достигается благодаря созданию плотин, перегораживающих реку и поднимающих уровень воды в верхнем бьефе, называются русловые и приплотинные. При их использовании часто отмечается подтопление русла реки. Площадь затопления можно уменьшить посредством построение двух плотин на одном отрезке реки. Высоту плотины на равнинных реках ограничивает наибольшая допустимая экономическим положением площадь затопления. В основном данные виды ГЭС строят на реках как с быстрым течением, так и с медленным.

Самая крупная ГЭС «Три ущелья» находится на реке Янцзы в Китае. Ее мощность составляет около 22500 МВт.

В Беларуси действуют 26 ГЭС, на 2016 год их суммарная мощность составляет 32,9 МВт. Белорусские ГЭС имеют небольшую мощность из-за равнинного рельефа на территории страны. К 2021 году суммарную мощность белорусских ГЭС предусматривается довести до 210 МВт.

Гидроаккумулирующие электростанции

Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) используются для выравнивания неоднородности в графике электрической нагрузки за сутки. В них используются насосы и генераторы, либо обратимые

гидроэлектроагрегаты, способные работать как в качестве насоса, так и в качестве генератора. В ночное время, когда энергия дешевле, ГАЭС перекачивает воду в верхний бьеф. В дневное время происходит сброс в нижний бьеф. При этом происходит выработка и отдача в сеть дорогой электроэнергии.

ГАЭС находят свое применение в крупных энергосистемах, где большее количество энергии вырабатывают атомные и тепловые электростанции, которые не в состоянии быстро снизить количество генерируемой по ночам энергии или делают это с потерями. По данной причине дневная энергия существенно дороже электроэнергии, вырабатываемой по ночам. Этот факт говорит об экономической эффективности использования ГАЭС, которая, кроме того, увеличивает надежность энергоснабжения и эффективность использования ресурсов.

Крупнейшей ГАЭС в мире является «Бас Каунти» в США. Ее установленная мощность равна 3003 МВт. В Беларуси дискутируется вопрос о создании своей гидроаккумулирующей электростанции.

Атомные электростанции

В атомных электростанциях (АЭС) электрическая энергия получается посредством преобразования атомной (ядерной) энергии. Основополагающим элементом на АЭС является атомный реактор. При совершении цепной реакции деления ядер некоторых тяжелых элементов выделяется тепло, которое, как и на обычных теплоэлектростанциях, преобразуется в электрическую энергию. В отличие от ТЭС, действующих благодаря органическому топливу, АЭС работают на ядерном горючем. Количество запасов ядерного горючего, такого как уран, плутоний и иных, в разы больше чем резервы органического топлива, например, нефти, угля, природного газа. И это дает преимущество АЭС перед теплоэлектростанциями. Открываются обширные перспективы для удовлетворения растущих потребностей в топливе. Прогрессивно увеличивается потребление угля и нефти для промышленных целей мировой химической промышленности, это также следует учитывать.

Увеличивается стоимость органического топлива, невзирая на то, что открываются новые месторождения, совершенствуются способы добычи. И это создает значительные экономические проблемы для развивающихся стран, у которых имеется малое количество месторождений ресурсов. Становится очевидной потребность в стремительном развитии атомной (ядерной) энергетики, которая уже на данный момент занимает не последнее место в энергетическом балансе.

В Беларуси ведется строительство атомной электростанции у северо-западной границы в 18 километрах от Островца. Первый блок

должен быть введен в 2019 году, а второй – в 2020-м. Проектируемая мощность станции – 2400 МВт (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Вид строящейся Островецкой АЭС 2018 г.

Самой мощной АЭС в мире является «Касивадзаки-Карива» в Японии. Ее мощность составляет примерно 7965 МВт.

3. Экологические проблемы использования традиционных источников энергии

Экологические проблемы тепловой энергетики

В результате сгорания топлива, такого как уголь, дрова и прочих природных ресурсов, производится приблизительно 89% энергии. В индустрии электрической энергии доля тепловых источников сокращается до 81%. В последнее время в развитых странах нефть и нефтепродукты используют в большинстве случаев для обеспечения транспортных нужд. В частности, для США, по данным 1995 г., в общем энергобалансе нефть занимала 45%, а для получения электрической энергии – всего 3%. Для угля все в точности наоборот: при 23% в едином энергобалансе уголь является фундаментальным в получении электроэнергии (52%).

В РФ электроэнергию, в первую очередь, получают за счет природного газа (примерно 41%), на втором месте находится уголь (18%). Остальная часть приходится на нефть. Однако есть такие страны, где преобладает угольная электроэнергия, например, Китай (76%).

Помимо создания энергии, сжигание топлива является основополагающим виновником в поступлении вредных веществ в окру-

жающую среду. ТЭС являются ведущим источником установления парникового эффекта и существования кислотных осадков. Ими, как и транспортом, поставляется в атмосферу большая доля техногенного углерода, примерно 51% двуокиси серы, 36% – окислов азота и около 34% пыли. Ученые предполагают, АЭС в 2–4 раза меньше воздействует на среду радиоактивными веществами, чем теплоэлектростанции такой же мощности.

Не малое количество металлов и их соединений содержится в выбросах теплоэлектростанций. Если пересчитывать выбросы за год от ТЭЦ в дозах летального исхода, то получим, что:

1. Выбросы ТЭС, мощностью 1 миллион кВт, содержат > 110 млн доз алюминия.
2. Не менее 400 млн доз железа.
3. Примерно 1,5 млн доз магния.

Из-за того, что эти элементы попадают в организм в небольших количествах, смерть от них наступает не сразу. Но все же, со временем они накапливаются в организме, что сказывается на здоровье.

По этим причинам можно сделать вывод, что ТЭС оказывают отрицательное влияние почти на все элементы среды, такие как почва, вода, леса и так далее.

Экологические проблемы гидроэнергетики

Множество плодородных угодий страдает от создания водохранилищ, это является причиной воздействия гидроэнергетики на окружающую среду.

При строительстве ГЭС затопляются миллионы гектаров земель. Естественные экосистемы уничтожаются. Например, в России около 6 миллионов га земли. При этом использование гидроресурсов дает небольшую долю от всей электроэнергии.

Существует проблема подтопления земель в окрестностях водохранилищ. В большинстве случаев эти земли становятся заболоченными. Вследствие абразии (разрушения водой) при формировании линии берега уничтожаются земли и свойственные им сообщества организмов. В условиях равнинного рельефа подтопление земель может составлять от 10%. Разрушающие процессы в большинстве случаев длятся десятилетиями.

Результаты этих явлений: переработка больших объемов почвогрунтов, заиление водохранилищ, загрязнение вод. Интенсивно увеличивается количество органических веществ по причине оказавшихся под водой экосистем (гумус почв, остатки разложения, древесные остатки и другие), а также по причине скапливания их в результате замедленного водообмена. Существуют так называемые аккумуляторы (отстойники) веществ, попадающие с водосборов.

Проявляются условия, которые вызывают зарастание водоемов и стремительное развитие зеленых водорослей и бактерий. Это происходит из-за того, что в водах накапливаются биогенные вещества, а также усиливается потеря кислорода водохранилищами вследствие их прогревания (теплого загрязнения). Начинает снижаться обновляемость вод, что приводит к снижению их самоочищения. Большинство обитателей водоемов гибнут по причине ухудшения качества воды. Увеличивается количество зараженных особей рыбного стада. Особенно широко распространено поражение гельминтами. Обитатели водной среды, которые используются человеком в качестве продукта питания, теряют свои вкусовые свойства. Миграция рыб происходит по новым путям, разрушаются кормовые угодья, нерестилища и т.д.

Из этого следует, что при строительстве водохранилищ следует стремиться к минимизации изменений гидрологического режима рек, свойственных им экосистем, что может положительно отразиться на видовом составе гидробионтов.

Экологические проблемы ядерной энергетики

Атомные электростанции имеют некоторые преимущества перед остальными видами добычи электроэнергии. В мире существует довольно большое количество запасов ядерного топлива. При стандартной работе станций воздействие на природу минимально. Также положительным фактором является возможность строительства данных электростанций без учета близости к месторождению ресурсов. Транспортировка ядерного топлива не является затратной, так как оно требуется в малых количествах. Отмечается, что сжигание каменного угля в объеме 1000 тонн эквивалентно использованию 0,5 кг ядерного топлива.

Во второй половине двадцатого века атомную энергетику стали считать в качестве одного из выходов из энергетического кризиса. В течение двадцати лет стала возрастать доля получаемой энергии за счет ядерных электростанций. К концу 80-х годов роль АЭС в мировой энергетике возросла почти с нулевых значений до 16%, а в некоторых странах стала приоритетной. Темпы развития АЭС были рекордными.

Кроме положительных аспектов, имеются и отрицательные. Существуют проблемы, связанные с избавлением от отработанного ядерного топлива, также после истечения разрешенного срока эксплуатации АЭС требуется их ликвидация. По некоторым подсчетам такие работы по ликвидации являются дорогостоящими, их стоимость можно сравнить с ценой строительства самих АЭС, от 1/6 до 1/3 стоимости строительства.

Основные проблемы использования атомных электростанций:

- В местах добычи радиоактивной руды происходит активное разрушение экосистем и их элементов (почвы, водоносные структуры). Особенно сильно это проявляется при открытом способе добычи.
- Изымаются земли, требующиеся для строительства самих ядерных электростанций. Строящиеся сооружения для подачи, отвода и охлаждения прогретых вод требуют довольно больших территорий. Например, при строительстве АЭС мощностью 1000 МВт нужен пруд-охладитель площадью 850 га.
- Большие объемы вод изымаются из всевозможных источников и в них же сбрасываются прогретые воды, из-за этого уменьшается количество кислорода в водах, увеличивается частота цветения.
- Нельзя не отметить возможные радиоактивные загрязнения окружающей среды, которые могут произойти во время добычи, перевозки сырья и при эксплуатации ядерных электростанций.

Лекция 2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

1. Краткая характеристика нетрадиционных источников энергии: солнца, ветра, приливов океана, геотермальной энергии.

2. Понятие о биоэнергетике. Использование энергии биомассы в мире и в Республике Беларусь. Биогаз, роль технологии в решении глобальных экологических проблем.

1. Краткая характеристика нетрадиционных источников энергии: солнца, ветра, приливов океана, геотермальной энергии

На данный момент существует масса разнообразных причин, из-за которых человечество задумалось о возобновляемой энергетике. Одна из них – угроза глобального изменения климата, ставящая под вопрос дальнейшее увеличение объемов использования ископаемого углеводородного топлива.

Солнце считается экологически благоприятным и общедоступным источником энергии на планете. Становление науки и индустрии дает возможность говорить о реальной способности обеспечения населения земли электроэнергией путем использования энергии Солнца. Данная технология не производит вредоносных отходов во время применения. У солнечной энергии много разных видов использования, например, она может применяться для подогрева воды в системах отопления и горячего водоснабжения.

С древности гелиотермальная энергетика используется при нагревании плоскости, распределении и внедрении тепла, то есть фокусирование солнечного излучения на сосуде с водой или же солью

для дальнейшего применения воды в отоплении, водоснабжении или используя ее как движущую силу. Самый незатейливый метод для дачного домика – темная бочка с водой на крыше, так делали веками.

Однако в современных солнечных водонагревательных системах применяются высокоэффективные солнечные коллекторы – особые пластинки, имеющие повышенный коэффициент поглощения, которые размещаются на крыше, фасаде или же земле под конкретным углом к горизонту. Они изготавливаются из дешевых материалов и таких металлов, как сталь, медь, алюминий. Что помогает существенно уменьшить стоимость оборудования и получаемой из него энергии. На сегодняшний день как раз нагрев воды естественным путем считается наиболее рациональным и эффективным методом преобразования энергии Солнца.

Солнце является неисчерпаемым источником энергии, что получило широкое распространение в Республике Беларусь. Значительный потенциал энергосбережения в данной области связан с тем, что на нужды теплоснабжения сегодня приходится около половины от всего объема потребления ТЭР (топливно-энергетических ресурсов) в Беларуси.

Принцип работы солнечной батареи

Солнечные батареи начали свою историю еще в 20 веке, и принцип работы сохранился до сих пор. Но модернизации подверглись материалы и схема устройства, используемые в производстве, с помощью этого постепенно увеличивается один из важнейших критериев – коэффициент фотоэлектрического преобразования или КПД устройства. Непосредственно величина выходного тока и напряжения солнечной батареи зависит от уровня внешней освещенности, который воздействует на нее. Японская корпорация Sharp является лидером по изготовлению солнечных панелей с прозрачными накопителями фотоэлементов для остекления оконных проемов.

В недавнем прошлом панель преобразователя состояла из двух тонких пластин из чистого кремния, сложенных вместе. На одну пластину наносили бор, а на вторую – фосфор. В слоях, покрытых фосфором, возникают свободные электроны, а с бором – их недостаток. Под влиянием солнечного света электроны начинают движение частиц и между пластинами возникает электрический ток. Чтобы снять ток с пластин, их пропаивают тонкими полосками специально обработанной меди. Одной кремниевой пластины хватит для зарядки маленького фонарика. Соответственно, чем больше площадь панели, тем больше энергии она вырабатывает.

Спаянные между собой пластины, пропускающие ультрафиолетовые лучи, ламинируют пленкой и крепят на стекло. Скрепленные слои заключают в алюминиевую раму (рис. 4.5).

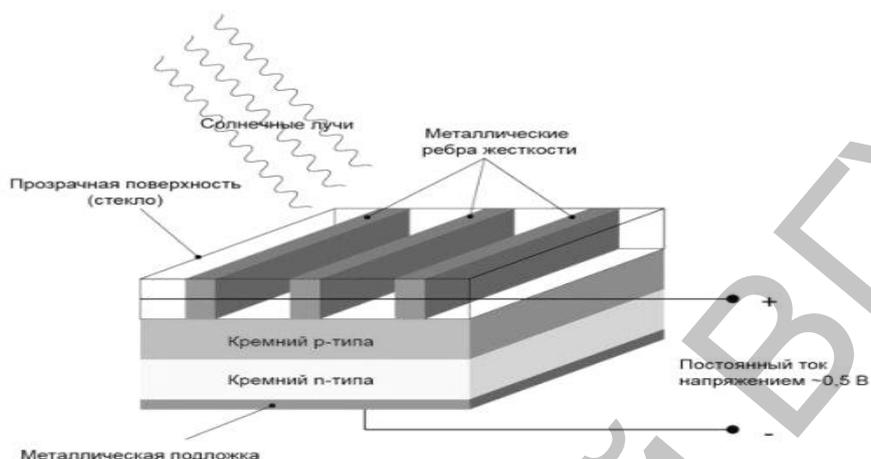


Рис. 4.5. Структура солнечной батареи

В структуре солнечной батареи используется р-п переход и пара электродов для снятия выходного напряжения. На картинке выше можно видеть, что верхний слой р-п перехода, который обладает избытком электронов, соединен с металлическими пластинами, выполняющими роль положительного электрода, пропускающими свет и придающими элементу дополнительную жесткость. Нижний слой в конструкции солнечной батареи имеет недостаток электронов и к нему приклеена сплошная металлическая пластина, выполняющая функцию отрицательного электрода. Передачу энергии от солнечной электростанции до потребителя можно изучить на картинке (рис. 4.6).



Рис. 4.6. Принцип работы солнечной электростанции

Ветряная энергия

Энергия, получаемая из ветра, известна тысячи лет. Энергию ветра пользовали мореплаватели еще при зарождении цивилизации. По мнению ученых и историков, античные египтяне ходили под парусами еще пять тысяч лет назад. Ориентировочно в 700 г. н.э. на землях современного Афганистана ветряные сооружения с вертикальной осью вращения использовались для перемола зерна в муку. Ныне знакомые всему миру ветряки поддерживали работоспособность ирригационной системы (это система, имеющая основной канал и вытекающие от него отводные каналы, подающие воду на поля) острова Крит. Мельницы для помола зерна, работающие на ветряной энергии, по праву считаются одним из важных открытий средневековья в сфере техники.

Вернемся к самому понятию ветряной энергетики. Ветроэнергетика – это энергия, основывающаяся на изменении энергии воздушных масс в атмосфере из кинетической в термическую, механическую, электрическую или же в другую форму энергии, для ее рационального использования в быту и промышленности. Эту энергию получают, используя такие приспособления, как ветряной генератор (чтобы получить электричество), парус (для движения с помощью ветров), ветряная мельница (для преобразования в механическую энергию).

Как нам всем известно, энергия, основанная на ветре, имеет множество плюсов как неисчерпаемый энергоресурс. Но, несмотря на большое количество плюсов, к середине 20 века наступила эра минимального применения, поскольку появился более новый энергетический ресурс – нефть. Внимание к ветряному типу энергии было возобновлено только после нескольких нефтяных кризисов.

Исследования, разнообразные испытания и опыты подтолкнули технологический прогресс в сфере использования силы ветров. Бесспорно то, что самый большой потенциал ветряной энергии находится вблизи морских побережий и скал, на возвышенностях или же в горах. Но даже на равнинных территориях или же лугах, низинах можно обнаружить немалый потенциал ветра, что позволяет использовать его энергию повсеместно. Если обратить внимание на минусы данной энергии, то ветер считается наименее прогнозируемым в отличие от солнца, в конкретные периоды ветра может не быть целый день или даже больше. Тем самым затрудняется добыча энергии.

В настоящий момент на территории Беларуси действует 23 ветряные установки. Самая крупная ветроэнергетическая установка в Беларуси находится в поселке Грабники Новогрудского района Гродненской области: ее мощность составляет 1,5 МВт. Ветряк под Новогрудком до сих пор остается самым большим и мощным в Беларуси.

На данный момент ветер должен давать Беларуси 2–5% энергии от общего энергобаланса страны (рис. 4.7).

Несколько критериев, важных для добычи энергии на основе ветров:

1. Зависимость от места расположения. На силу ветра воздействует ландшафт Земли и присутствие естественных и неестественных преград. В гористой местности, к примеру, два участка имеют все шансы владеть схожим солнечным потенциалом, но их ветровой потенциал может отличаться по причине различий в рельефе и разности движения ветра. Поэтому требуется тщательно проработанный план по расположению ВЭУ (ветроэлектрической установки).



Рис. 4.7. Конструкция ветряной электростанции

2. Сезонная зависимость. Это значит, что летом работа ветряных генераторов менее продуктивна, чем в зимний холод. В климатических условиях такой страны, как Дания, система эффективна на 50% летом, а зимой практически на 100%.

3. Сложность в производстве, цены на ресурсы, методы улучшения разработки, так как ветроэнергетические установки содержат множество сложных деталей и требуют предельной надежности.

Разнообразие нынешних ветряков от размера до мощности имеет различный диапазон от миниатюрных стокиловатных, специализированных на обеспечении энергией домов или других зданий, до больших установок, имеющих мощность от 1 МВт и выше. Размер лопастей у таких ветряков начинается с 50 метров. Множество нынешних ветряных электрических установок представляют собой механизм в виде трех лопастных горизонтально-осевых конструкций диаметром

от 15 до 40–45 метров. Такие ВЭУ обладают мощностью от 45 до 550 кВт и выше. Несколько подобных ветряных электрических установок располагают рядом на одной территории и образуют ветряную электростанцию. ВЭУ в среднем вырабатывают электрическую энергию с напряжением около 690 В. А так как это мало, то вблизи с ВЭУ устанавливается трансформатор, который увеличивает напряжение до 10–30 кВт.

Мировыми лидерами в освоении ветряной энергии стали такие страны, как США и Китай. Остальные также начинают развивать это перспективное направление в энергетике. Из статистики следует, что на Земле устанавливается все большее количество ветряных генераторов, а значит, увеличивается темп использования ветряной энергии.

Плюсы применения энергии, получаемой с помощью ветра:

1. Ветер не требует для своего движения ископаемого топлива и не является дефицитным.
2. Энергетически чистый механизм по выработке энергии.
3. Мобильность и экономия территории, что очень полезно в сельском хозяйстве. Функционирующие части турбины находятся на значительном уровне над землей, а вертикальная труба занимает незначительное пространство на земле, поэтому вся территория может быть использована для сельского хозяйства. Например, в этих районах могут быть размещены разнообразные здания и сооружения, необходимые в хозяйстве.
4. Требование в техническом обслуживании и ремонте минимально.
5. Актуально для территорий, находящихся в изоляции, куда стандартными способами энергию не предоставить.

Недостатки применения энергии ветра как ресурса:

1. Трудность в транспортировке и установке.
2. Требуются определенные денежные и ресурсные затраты.
3. Сильная зависимость от погоды и природных условий в обусловленный интервал времени. Если говорить просто, ветер может дуть сильно, слабо или не дуть вообще, а для обеспечения непрерывной подачи электричества к потребителю в таких переменных условиях нужна система для хранения энергии определенной емкости. Кроме этого, ее необходимо каким-либо способом передать.
4. Существует невероятно малая возможность столкновения птицы с одной из лопастей ветряной мельницы. А такие ночные млекопитающие, как летучие мыши, более уязвимы к травмам при попадании в область низкого давления рядом с краями лопастей.
5. Некоторые ученые считают, что ветряки изменяют естественный природный пейзаж. Поэтому необходимо учесть все особенности расположения и установки ветряка.

Хоть ветрогенераторы и имеют значительные недостатки, они остаются востребованными и популярными в использовании по всему миру по причине уменьшения нагрузки на ископаемые ресурсы. Для наглядности можно показать разницу в сравнении с природными невозобновляемыми ресурсами и работой ветряного генератора с мощностью 1 МВт. Это дает возможность сэкономить за 10 лет около 14500 тонн угля или приблизительно 46000 баррелей нефти.

Основными элементами ветроэлектрогенераторов являются:

- 1) ветроколесо;
- 2) электрогенератор;
- 3) система управления параметрами генерируемой электроэнергии в зависимости от изменения силы ветра и скорости вращения ветроколеса;
- 4) так как периоды безветрия неизбежны, то для исключения перебоев в электроснабжении ВЭУ должны иметь *аккумуляторы* электрической энергии или быть соединены с электроэнергетическими установками других типов (рис. 4.8).

Аккумулятор – необходимый элемент системы, являющийся накопителем и перераспределителем энергии, что обеспечивает надежность электроснабжения. Контроллер необходим для управления поворотом лопастей, заряда аккумуляторов и выполняет защитные функции. Инвертор преобразует ток из постоянного в переменный, стабилизирует выходящее напряжение. Благодаря этим компонентам обеспечивается надежное электроснабжение как при порывистом ветре, так и в безветренную погоду. Во многих моделях ветряных установок предусмотрена ориентация угла установки лопастей для увеличения выдаваемой мощности, а также защита от сильного ветра (перевод ветроколеса во флюгерное положение).

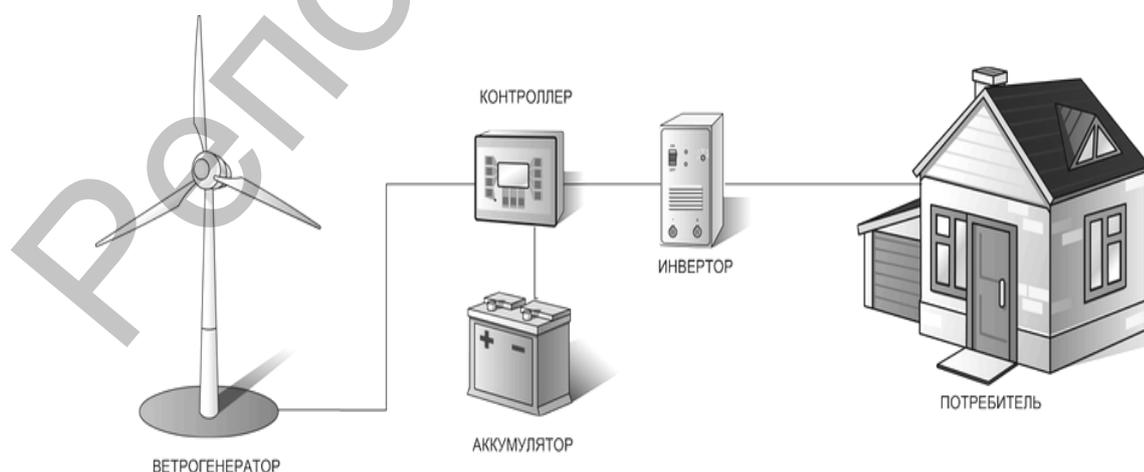


Рис. 4.8. Аккумуляторы электрической энергии

Белорусская энергетическая программа предусматривает применение ветроэнергетических ресурсов для привода насосных установок и в качестве источников энергии для электродвигателей. Особенно перспективным считается их использование в сочетании с малыми гидроэлектростанциями для перекачки воды.

Мощность ветряного генератора зависит от площади, занимаемой лопастями генератора. Например, турбины мощностью 3 МВт (V90) производства датской фирмы Vestas имеют общую высоту 115 метров, высоту башни 70 метров и диаметр лопастей 90 метров.

Энергия приливов океана

Энергия волн – это энергия, которую получают при помощи любых волн, уровня солености, разнообразных течений, приливов и отливов, температурной разницы в любом водоеме мира.

Если рассматривать эту энергию как ресурс, то она является довольно неустойчивой, такой же, как и описанная выше энергия ветра. Во многих странах мира проходят работы по исследованию возможностей использования тепловой энергии океана. О достоинствах и недостатках этого вида энергетического ресурса можно будет судить по результатам этой работы.

Существует несколько способов применения энергии приливов и отливов:

Первый метод предусматривает получение энергии непосредственно от приливов и отливов. То есть, во время прилива, когда уровень воды повышается, можно наполнить необходимое устройство или резервуар. С помощью приливов на пути водяного течения можно установить всевозможные турбины с помощью которых получают электричество. Водяное течение во время отлива может вращать турбину, если обратное вращение будет позволено на этапе конструирования механизма. Существует не так много станций такого типа. Например, приливная станция, эксплуатируемая в устье реки Северн, располагающейся в Англии.

В 1966 году, на реке Ранс, которая впадает в пролив Ла-Манш и у которой перепады уровня воды в среднем составляют восемь с половиной метров, была возведена первая электростанция, базирующаяся на использовании энергии приливов и мощность которой приблизительно 240 МВт. После запуска электростанции стала очевидна ее выгода в плане экономики, несмотря на тот факт, что ее возведение обошлось стране в 2,5 раза дороже строительства обычной гидроэлектростанции такой же мощности. И по сей день эта приливная электростанция вырабатывает энергию в энергетический запас Франции.

Второй метод – это работа электростанций путем установки генераторов непосредственно прямо в океане для добычи энергии волн. Такой тип добычи энергии возможен даже в устьях рек, если предва-

рительно рассчитать силу потока воды и построить дамбу нужной высоты.

Данная электростанция работает по следующей схеме: волны периодически сжимают воздух, находящийся внутри вертикально расположенной камеры. Выходя из камеры, воздух сдвигает лопасти помещенной внутрь турбины. При опускании течение создает внутри цилиндра пустое воздушное пространство и тем самым продолжает вращать турбину. Главной проблемой стала необходимость обеспечения вращения турбины в одном и том же направлении при прямом и обратном токе воздуха.

Всемирные запасы энергии волн суммарно составляют около трех миллиардов киловатт. Основная проблема ее использования заключается в том, что необходимо найти дешевые, но качественные способы преобразования энергии движущихся волн в механическую или пневматическую форму по той причине, что морские волны непредсказуемы по длине и имеют разную амплитуду. А значит, любое эффективное устройство либо должно быть широкополосным, либо иметь частотную регулировку.

Принцип действия волновых электростанций. Устройство состоит из трубы, расположенной вертикально и погруженной открытым концом вниз в спокойные слои толщи воды и закрытой сверху. Труба крепится к поплавку. Сверху, в волновой камере, между уровнем воды и крышкой есть свободное пространство, занятое воздухом. Уровень воды в волновой камере увеличивается, когда поднимается уровень волны. В результате этого воздух в свободном пространстве сжимается и задействует воздушную турбину, соединенную с электрическим генератором. При уменьшении волны, период колебаний которой равен 5–6 секундам, через воздушный клапан в волновую камеру вбирается новая порция воздуха. И затем процесс будет повторяться снова и снова.

Возможные решения добычи энергии, основанные на применении различных водных устройств и станций:

1. Рациональное использование силы горизонтального перемещения морской воды с помощью флюгеров для выработки энергии посредством вращательных устройств, установленных прямо на воде.
2. Возможность использования увеличения и уменьшения вертикального уровня волны для привода в действие воздушных и водных турбин, соединенных с электрическими генераторами.

Термальная энергия океана

Получение энергии, из-за разницы температур в слоях воды, находится в разработке и исследуется учеными до сих пор. Из различных способов получения возобновляемой энергии, таких как ветряная и солнечная, термальную энергию океана выделяют как самую на-

дежную. Она меньше других изменяется со временем. Современные технологии позволили перейти от теории к практике. Экспериментальные установки были развернуты на Гавайях, где градиент температур слоев воды на поверхности и глубине в 1 км достигает 25 градусов. Такая своеобразная экспериментальная установка построена по принципу теплового насоса, состоящего из конденсатора, испарителя и компрессора. В замкнутом контуре системы рабочим телом является фреон в различных состояниях. Испаритель нагревается поверхностной водой около 30 градусов, конденсатор охлаждается донной водой около 5 градусов. В испарителе фреон переходит в состояние газа и попадает на турбину, вращает генератор и затем попадает в конденсатор и сжимается там для перехода в жидкое состояние. В Мировом океане можно подобрать наиболее выгодные места с лучшей разницей температур.

Станции, построенные на принципе термальной энергии, могут быть плавучими или стационарными:

Для плавучих проще искать выгодные условия – увеличивать КПД. Но возникает проблема сохранения (либо применения на месте) и отвода выработанной энергии. Есть проекты, где электроэнергия тратится на электролиз воды для разложения ее на кислород и водород с последующим использованием водорода в топливных элементах. Есть проекты опреснительных станций, где продуктом плавающей электростанции является пресная вода. Для стационарных систем дешевле и привычней типовая инфраструктура.

Если анализировать экономику термальной энергетики океанов, то порог рентабельности возникает при среднем градиенте температур слоев воды около 22 градусов. Разрабатываемые проекты плавучих станций мощностью до 500 МВт могли бы обеспечивать установки добычи и переработки газа, нефти и т.д. Сейчас энергетику этих установок обеспечивают дизель или газогенераторы.

Геотермальная энергия

Геотермальная энергия – энергия, которая поступает из внутренних слоев Земли уже много миллионов лет подряд. По наиболее обоснованным данным, температура внутри земного ядра достигает около 3000–6000 градусов по Цельсию, при снижении от центра планеты к ее поверхностному слою. О существовании безгранично большого количества энергии внутри планеты свидетельствуют извержения вулканов, которые извлекают энергию прямо из земной коры и мантии.

Ядро нашей планеты обладает такой температурой по причине нахождения в нем урана, тория и радиоактивного калия, которые принимают участие в процессах радиоактивного распада. В океанах эти процессы происходят в верхней части мантии, а на суше элементы

распадаются на глубине двадцати и более километров в гранитном слое земной коры. Геотермальная энергетика будет развиваться только в районах сейсмической и вулканической активности, так как там она выходит на поверхность Земли. Такие страны, как Исландия, Новая Зеландия, США, Россия, Италия, Япония, Филиппины, Сальвадор и Мексика, активно используют энергию вулканов и развивают ее.

Источники геотермальной энергии можно разделить на 3 вида, выделяющие:

- 1) горячий сухой пар;
- 2) горячий влажный пар;
- 3) горячую воду прямо из источника (гейзера).

Примерами гидростанций, использующих данную энергию, стали: геотермальная электростанция «Ngatamariki» близ озера Таупо в Новой Зеландии и геотермальная электростанция «Олкария IV» в Кении, мощность которых достигла 140 МВт. Сегодня в Беларуси работают около ста геотермальных установок, в основном в Брестском районе, Оршанской впадине, вблизи озера Нарочь и многих других местах.

Существует четыре общих вида ресурсов геотермальной энергии:

- Теплота, добываемая из поверхности Земли.
- Энергия конденсации теплой и горячей воды, а также пара, которая может быть использована в производстве электрической энергии.
- Тепло, находящееся и сконцентрированное глубоко в недрах Земли.
- Вулканическая энергия и тепло, а также энергия магмы.

В связи с частой сейсмической активностью вулканов в разных частях мира в данный момент разрабатывается план по использованию энергии вулканов для выработки тепла, что поможет уменьшить траты на размещение других объектов энергетического типа для обогрева близлежащих городов.

2. Понятие о биоэнергетике. Использование энергии биомассы в мире и в Республике Беларусь. Биогаз

Биоэнергетика

Биоэнергетика – это создание энергии из всевозможных видов биологического топлива. С увеличением темпов потребления биологического топлива появляется проблема по утилизации промышленных и бытовых органических отходов. По причине того, что отходы, подобные этим, содержат большое количество углерода в виде углеводородов, они являются потенциальным энергоресурсом.

Однако технологии прямого сжигания применяются в редких случаях, в первую очередь, из-за того, что получение тепла с большого объема ресурса минимальна, а загрязнение окружающей среды максимально по сравнению с остальными существующими энергоресурсами. Производство биогаза, хотя и полукустарными способами, больше всего развивается в Китае, где имеются десятки миллионов биогазовых установок, рассчитанных на одну семью, также быстро растет число таких установок в Индии, в районах Юго-Восточной Азии и Центральной Америки, в странах СНГ.

В некоторых странах происходит увеличение производства такого сырья, как этиловый спирт. Крупнейший на Земле производитель – Бразилия. Большая часть ее автопарка работает либо на чистом этаноле, либо на спиртобензиновых смесях.

Наиболее распространенными методами использования биомассы являются:

1. Прямое сжигание.
2. Пиролиз.
3. Газификация.
4. Анаэробная ферментация с образованием метана.
5. Производство спиртов и масел для получения топлива.

В различных государствах энергетика, базирующаяся на природной, естественной биологической массе, становится многообещающей отраслью промышленности, конкурентоспособной в сфере энергетики. Беларусь благоприятна для развития биоэнергетики, так как большая часть ее территории покрыта зеленым покровом – лесом, а также благодаря наличию современных фирм энергетического машиностроения, отлично развитой инфраструктуре распределения энергии тепла, наличию равнинного ландшафта, а также из-за высокого уровня технического образования населения.

В качестве биологического топлива используются:

1. Древесная биомасса.
2. Древесные отходы, появляющиеся при вырубке или обработке материала.
3. Биологическая масса быстрорастущих кустарниковых и травянистых растений.
4. Лигнин.
5. Горючая часть коммунальных отходов.
6. Отходы, которые получают при расчистке местности под строительство чего-либо, мелиорации.
7. Отходы растениеводства.

Значительным потенциалом использования в качестве биотоплива в Республике Беларусь обладают:

1. Древесина и ее отходы в виде стружки, коры и прочих, оставшиеся после обработки.
2. Биологический газ.
3. Разнообразные отходы, в том числе и жизнедеятельности, свиной жим, навоз и многие другие компоненты. Они применяются как удобрения в сельском хозяйстве. Их применение позволяет снизить внедрение химических удобрений и сокращает нагрузку на грунтовые воды. Таким образом, предотвращается экологическая проблема.

Древесина определяет большую часть биологического топлива, которая принимает участие в балансе энергии и топлива для производства тепла и электрической энергии. Приблизительно 42% площади Беларуси занимают леса, а запасы необработанной древесины – более 1,2 млрд м³. Все это говорит о высоком потенциале производства биологического топлива. Каждый год при вырубке лесов и прочих лесозаготовительных работах уровень собранной древесины доходит до 4,5 млн м³. Древесные отходы в виде коры и стружки могут достигать до 40–50% от собранной биомассы. Вышеперечисленные компоненты выгодны для энергетики, так как являются альтернативным и недорогим топливным ресурсом. Также стоит упомянуть, что в зоне загрязнения Чернобыльской АЭС находятся приблизительно 25% от всех лесных запасов республики. Извлечение биомассы из лесов этой зоны ставит ограничения на технологии энергетической утилизации древесины.

Биологический газ получается путем брожения биологической массы. Биологическая масса – материал, изготовленный из остатков растений и животных. Биологическая масса разлагается на компоненты под действием бактерий трех различных видов:

- Химическая реакция взаимодействия углеводов, солей или белков с водой, образующая гидролизные бактерии.
- Кислотообразующие бактерии.
- Метанобразующие бактерии.

В данной последовательности бактерии поглощают продукты жизнедеятельности предыдущих (метанобразующие питаются кислотообразующими бактериями, а они в свою очередь питаются гидролизными). Все эти бактерии производят биогаз. Создание или же изготовление биогаза позволяет предотвратить выбросы метана в атмосферу. Метан влияет на парниковый эффект намного сильнее, чем CO₂. Он находится в слоях атмосферы около 11–13 лет. Поэтому захват метана – это самый быстрый способ предотвращения глобального потепления.

Биогаз находит все большее применение в некоторых местах. Он получается путем брожения органических отходов (мусора, навоза, сточных вод, растительных отходов и т.д.). Биогаз является топливом для более чем миллиона фабрик в Китае. В Японии для производства биогаза используют свалки различного бытового мусора. Производство 15 м^3 газа способно обеспечить топливом электростанцию мощностью примерно 700 кВт.

Сбраживание различных отходов крупных животноводческих комплексов анаэробным путем решает важнейшую проблему загрязнения окружающей среды. Все отходы перерабатываются в отличные удобрения или биогаз. Единица крупного рогатого скота производит примерно 1 м^3 биогаза.

Самая крупная биогазовая установка в Беларуси находится в Тростенце. Она имеет мощность около 2 МВт и способна обеспечить энергией более 50 тысяч человек.

Лекция 3. Основные принципы рационального использования тепловой и электрической энергии

1. Определение понятия «энергосбережение». Законодательство Республики Беларусь в области энергосбережения.
2. Автоматизированные системы управления энергоэффективностью.
3. Энергосбережение в жилых помещениях и зданиях, пути сокращения тепловых потерь.
4. Рациональное использование электрической энергии в быту.

1. Определение понятия «энергосбережение». Законодательство Республики Беларусь в области энергосбережения

Под энергосбережением (экономией электрической энергии) подразумевается реализация экономических, организационных, производственных, научных и технических мер, направленных на экономное расходование и эффективное использование ресурсов и на привлечение к применению в хозяйственной деятельности возобновляемых источников энергии.

Одним из важнейших направлений государственной политики нашей страны в области энергетики является максимизация эффективности потребления и использования ресурсов для функционирования и развития экономики страны.

Так как Республика Беларусь не располагает значительными запасами топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), она вынуждена прибегать к импорту ресурсов из-за рубежа.

Комитет по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь является республиканским органом государственного управления в области энергосбережения, задачами которого являются:

- проведение государственной политики в сфере энергосбережения;
- осуществление государственного надзора за рациональным использованием топлива, электрической и тепловой энергии.

8 января 2015 года официально опубликован Закон Республики Беларусь № 239-З «Об энергосбережении», в котором определяются основные направления государственного управления в сфере энергосбережения, такие как разработка и реализация программ по энергосбережению, стандартизация, проверка соответствия установленным нормам и требованиям, определение показателей в сфере энергосбережения; нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов.

Так, согласно закону юридические лица с потреблением ТЭР 1,5 тысячи тонн условного топлива и более в год подлежат энергетическому контролю. По результатам проведения обследования разрабатываются:

- мероприятия по энергосбережению, удовлетворяющие основным направлениям в данной области государства. Мероприятия должны способствовать росту использования вторичного энергетического сырья, а также возобновляемых источников энергии;
- внесение предложений по прогрессивному использованию и контролю за расходом ресурсов с учетом экономии и предъявляемых требований;
- паспорт объекта, в котором указываются основные потребители энергоресурсов.

В Законе предусматриваются:

- установление показателей энергосбережения, являющихся нормой по использованию для данной сферы деятельности;
- нормирование расхода ТЭР;
- разработка и реализация программ по энергосбережению.

Мерами стимулирования энергосбережения являются:

- поддержка производителей и потребителей ТЭР государством;
- финансирование разработок в сфере энергоэффективности за счет средств бюджета.

Повышение эффективности использования энергетических ресурсов будет производиться за счет применения усовершенствованных технологий и их постепенных доработок, а также обновления узлов. Так, в электроэнергетике экономия ТЭР будет достигаться путем использования технологий для выработки электро- и тепловой энергии с КПД не менее 57%, созданием модулей для регенерации энер-

гии, снижением расхода топлива для выработки энергии. В тепло-снабжении задачами ставятся снижение потерь на теплосетях, ввода в котельных оборудования для генерирования электричества, перевода существующих источников тепла на другие системы снабжения с учетом их эффективности.

Основными направлениями международного сотрудничества Республики Беларусь в сфере энергосбережения являются:

- активное взаимодействие с Всемирным банком для получения заемных средств для реализации всех усовершенствований в сфере энергоэффективности;
- развитие связей с другими странами по утилизации старых либо модернизации технологий, способных повысить производительность по отношению к затратам ресурсов;
- установление связей между Госстандартом и организациями, связанными с вопросами повышения энергоэффективности в государствах-участниках Содружества Независимых Государств.

В соответствии со статьей 21 Закона РБ «Об энергосбережении» ответственность за нарушение законодательства несут юридические и физические лица, виновные в нарушении законодательства об энергосбережении.

2. Автоматизированные системы управления энергоэффективностью

Количество энергетических ресурсов, которое используют предприятия в процессе своей работы, оказывает прямое влияние на их эффективность. Без налаженной работы системы управления расходы в соответствующих областях постоянно растут. Выходом может быть внедрение системы энергетического управления, задачей которой является определение и применение оптимальной стратегии деятельности предприятия, при которой потребление энергетических ресурсов сведется к минимально необходимому для оптимального функционирования. Сегодня решение этой задачи невозможно без соответствующих средств автоматизации.

Автоматизированная система управления энергоэффективностью (АСУЭ) является инструментом эффективного использования и распределения энергетических ресурсов на предприятии. Она реализует такие процессы, как учет энергопотребления, разработка, планирование и внедрение мероприятий по энергосбережению, производит комплексный анализ информации, формирует необходимые отчеты и выдает прогнозы энергопотребления. Система дает возможность проводить мониторинг реализации программ энергосбережения и повышения энергоэффективности как на предприятии в целом, так и в его филиалах.

АСУЭ при своем внедрении способствуют систематическому уменьшению потребления электроэнергии (рис. 4.9), позволяют иметь актуальную информацию по использованию ресурсов предприятием, обеспечивают контроль за системой (информирование о неисправностях и ситуациях, нарушающих корректность работы).



Рис. 4.9. Принципиальная схема АСУЭ: уровни и основные подсистемы

Основными функциональными возможностями АСУЭ являются:

1. Определение «узких» мест предприятий в области энергопотребления.
2. Аналитика, документирование и планирование деятельности предприятия на основе собираемых за разные временные отрезки данных.
3. Удаленное управление системой.
4. Возможность удаленной работы в системе, в том числе и на мобильных устройствах.
5. Масштабируемость системы путем подключения к ней всех отделений компании или предприятия.

Результатами внедрения АСУЭ являются:

Оптимизация потребления всех видов ресурсов при достижении экономии электроэнергии.

1. Снижение риска возникновения внештатных ситуаций и аварий.
2. Постоянный контроль за распределением электрических ресурсов.
3. Аналитика и документирование деятельности предприятия.
4. Оптимизация использования всех видов энергоресурсов.

Так, АСУЭ – это подсистемы автоматизированной системы управления предприятием (АСУП). В любом энергохозяйстве совокупности задач АСУЭ должны выбираться в соответствии с производственной целесообразностью и учетом эффективного использования имеющихся технических средств.

Автоматизированная система контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) включена в состав АСУЭ и предназначена для контроля и учета энергоресурсов, таких как электроэнергия, тепло и вода. Функции АСУЭ:

- контроль, диагностика и отображение состояния оборудования и параметров;
- учет и контроль энергопотребления;
- формирование баз данных, хранение необходимой информации;
- автоматическое управление оборудованием.

Суть экономической пользы для потребителя от применения таких систем состоит в сокращении расходов за используемую энергию и мощность, а для энергокомпаний – в снижении максимумов потребления и уменьшении денежных вложений на наращивание максимальных генерирующих мощностей.

Бытовые приборы регулирования и учета потребляемых энергоресурсов

В Беларуси разработано множество направлений государственной программы энергосбережения. Самое перспективное из них – это оснащение зданий приборами, предназначенными для группового и индивидуального учета и контроля потребления энергоресурсов. Во всех жилых зданиях устанавливаются электрические счетчики, которые измеряют электроэнергию в киловатт-часах (рис. 4.10).

ТРЕХФАЗНЫЕ МНОГОТАРИФНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СЧЕТЧИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.



- 1. Многотарифный, многофункциональный, активно - реактивный совмещенный электросчетчик типа СЭТ-4ТМ.02.
- Наименование, тип и обозначение счетчика: «Счетчик активной и реактивной энергии переменного тока, статический, многофункциональный СЭТ-4ТМ.02.Х, класс Х,ХS активной энергии, класс Х,Х реактивной энергии, 3*57,7/100В или 3*120...230/208...400В, I_{ном}(I_{max})А».
- Счетчик предназначен для учета активной и реактивной электрической энергии как прямого так прямого и обратного направления в трех и четырехпроводных сетях переменного тока с напряжением 3*57,7/100 В или 3*120...230/208...400 В, частотой 50 ± 5% Гц.

Рис. 4.10. Электросчетчик многофункциональный типа СЭТ-4ТМ.02

Новейшие электрические счетчики имеют очень широкую функциональность (например, помимо учета потребляемой мощности, позволяют вести учет тарифов на электроэнергию).

По типу работы счетчики делятся на индукционные (механические) и электронные.

Принцип работы индукционного счетчика основан на воздействии магнитного поля, которое возникает в результате протекания тока по обмоткам неподвижных катушек на диск. В стеклянном окошке счетчика мы можем видеть вращение диска. Чем больше расход электроэнергии, тем больше оборотов совершил диск. Плюсы счетчика: надежность и сравнительно невысокая стоимость. Минусы счетчика: практически отсутствует защита от воровства электроэнергии, низкая опциональность, имеются весомые погрешности.

Работа электронного счетчика основана на превращении потребляемой мощности в последовательность импульсов. Количество импульсов постепенно увеличивается при потреблении электроэнергии. Плюсы счетчика: высокая точность, очень долгий срок службы, высокая функциональность. Минусы счетчика: высокая стоимость.

По типу электросети счетчики делятся на однофазные и трехфазные:

- однофазные счетчики используются в однофазных двухпроводных сетях, основное их предназначение – учет потребления электрической энергии в частных домах и квартирах;
- трехфазный счетчик применяется в трехфазных трех- и четырехпроводных сетях. Такие счетчики предназначены для работающих на трехфазном токе электроустановок.

Всем электрическим счетчикам необходима своевременная калибровка. Эта процедура необходима для подтверждения верности его показаний. Проверку осуществляют люди из метрологической организации. Сроки проверки определены в такой характеристике счетчика, как межповерочный интервал. Индукционные счетчики проверяются через 16 лет, электронные – через 8–16 лет.

С помощью счетчиков горячей воды и пара ведется учет тепловой энергии. Новейшие теплосчетчики могут учитывать, обрабатывать и регистрировать информацию об объеме использованной тепловой энергии, давлении, температуре теплоносителя. Существуют различные виды счетчиков учета расхода воды: индукционные, ультразвуковые, вихревые, механические. Экономии воды помогает установка ограничителей расхода воды на водоразборных кранах.

Учет расходов газа происходит благодаря использованию счетчиков газа. Счетчики газа бывают газовые, диафрагменные, камерные и ротационные.

3. Энергосбережение в жилых помещениях и зданиях, пути сокращения тепловых потерь

Мероприятия по сокращению тепловых потерь в зданиях:

- Теплоизоляция наружных стен с помощью теплоизоляционных материалов. В результате утепления в стенах создаются вентиляционные прослойки, которые препятствуют попаданию холодного воздуха в помещение.
- Установка тройного остекления на окна. В результате мероприятия в оконных блоках появляется третий слой стекла, благодаря которому увеличивается сопротивление теплопередачи через окна. Воздушная прослойка между стеклами служит теплоизолятором. На стеклах могут быть теплоотражающие плёнки. Между стеклами может находиться солнцезащитное жалюзи.
- Установка теплоотражающих и теплопоглощающих стекол. В результате мероприятия сокращается объем проходящей в помещение солнечной энергии. Теплопоглощающее и теплоотражающее стекла устанавливаются снаружи оконного пакета. Остеклённые поверхности летом рекомендуется обдувать воздухом.
- Установка воздушных завес. Завесы устанавливают при входных дверях, которые часто открывают. Например, входы в магазины, предприятия, жилые дома и другие общественные здания. В результате мероприятия уменьшаются затраты теплоты на нагревание воздушных потоков, которые попадают в помещение через входные двери. Устройство завесы: две симметрично расположенные пары (внутренняя и наружная) воздухораспределительных стояков. Внутренняя пара всегда работает в режиме отопления, наружная – при открытых дверях.
- Утепление лоджий (балконов). В результате мероприятия сокращается объем холодного воздуха, который поступает в зимний период в помещение через балкон. Нижнюю часть балкона следует утеплить досками или специальным утеплителем из плит. Застекляют балконы двухслойным или однослойным стеклом в спаренных переплетах.

Во всех помещениях должны быть системы отопления, кондиционирования воздуха и вентиляции.

Тепловая модернизация зданий как одно из направлений энергосбережения

Тепловая модернизация – комплекс мероприятий по обновлению элементов зданий, который проводится с целью повышения сопротивления тепловым потерям в помещениях.

Комфортность здания, определяемая уровнем теплоизоляции, должна соответствовать следующим показателям:

- Температура воздуха в помещении 20–22°C.
- Температура стен и пола 16–18°C.
- Наличие свойства здания накапливать и удерживать тепло.
- Относительная влажность воздуха 55%.
- Отсутствие сквозняков.

Одним из направлений тепловой модернизации является наружная теплоизоляция стен зданий. Она помогает значительно сократить тепловые потери и уровень влажности в строениях. Наружная теплоизоляция проводится с помощью теплоизоляционных материалов. Ключ к успеху кроется в правильном выборе таких материалов.

Способы утепления стен:

С помощью минеральной ваты. Материал представляет собой покрытые водонепроницаемым веществом ватные плиты из кремнезема или базальта. Минеральную вату монтируют под кирпичную кладку, благодаря этому в стене возникает вентилируемая прослойка.

С помощью пенополистирола. Суть способа заключается в наклеивке специального твердого или нанесении жидкого пенопласта на наружную сторону стен.

С помощью создания «мокрого» вида стен. На стены монтируют ватные плиты с последующим наклеиванием на них специальных сеток, затем плиты покрывают шпаклевочным материалом.

Кроме теплоизоляции наружных стен зданий необходима модернизация трубопроводов, а также тепловых устройств и механизмов. Теплоизоляцию трубопроводов реализуют с помощью специальной скорлупы, изготовленной из пенополистирола. Изоляционная скорлупа обладает водонепроницаемостью и стойкостью к процессам гниения. Толщина материала зависит от размеров изолируемых труб. Также проводится модернизация теплозащиты полов, крыш и фундамента.

Если решите утеплить свой дом пенополистиролом, то нужно помнить, что от 5 сантиметров, как делают в части стран СНГ, толку особо не будет. В Германии применяют плиты по 14 сантиметров, что дает весомый результат. В Эстонии есть пример здания построенного в советскую эпоху с нулевым энергопотреблением. Помимо пенополистирола также использовались специальные окна и вентиляция. Все здание покрыли готовыми панелями и обработали места стыков.

Повышение эффективности систем отопления. Виды систем отопления:

- Система водяного (парового) отопления. Горячая вода (пар) циркулирует по замкнутым трубам, тепло от нее поступает в отопительные элементы, от которых обогревается помещение.

- Система воздушного отопления. Нагретый воздух попадает в помещение и смешивается с уже имеющимся там воздухом. В отличие от системы водяного отопления температура воздуха распределяется по помещению равномерно.
- Система электрического отопления. Более холодный воздух, находящийся в нижней части помещения, попадает в нагреватель, нагревается и поднимается выше. Есть возможность включить поддержку определенной температуры.
- Система комбинированного отопления. Система состоит из двух систем: основной системы водяного отопления и дополнительной системы воздушного отопления.

Большая часть систем отоплений состоит из теплового пункта (котельной), теплопровода и нагревательного прибора (радиатора). Модернизация каждой и составляющих является отдельным направлением повышения эффективности отопительных систем.

- Для модернизации теплопровода требуется проведение масштабных монтажно-строительных работ. В обитаемых зданиях провести такую работу очень затруднительно, поэтому данное направление не пользуется популярностью.
- При обновлении котельной достаточно заменить устаревшее оборудование на современное.
- При модернизации приборов отопления проводится их оснащение индивидуальными регулирующими термостатическими клапанами. Устанавливают их на подводках к нагревательному прибору.

Возрастание теплопотерь в помещениях происходит при снижении наружной температуры воздуха. С целью отслеживания её изменения на внешних конструкциях теплового пункта устанавливается специальный датчик. Для повышения эффективности отопления следует установить два датчика: один – на южной стороне, другой – на северной. В таком случае регулятор отопительной системы будет учитывать среднее значение показателей обоих датчиков.

4. Рациональное использование электрической энергии в быту

Виды электроплит:

- Классическая электроплита. Может быть покрыта эмалью, стеклом или нержавеющей сталью. Требуется много времени на разогрев конфорок по сравнению с другими видами плит (от 1 до 10 минут). Коэффициент полезного действия 60–70%, когда у газовой 30–60%. Уход стандартный. Потребление энергии крайне высокое.

- Стеклокерамическая электроплита. Обладает большей теплопроводностью, что сокращает время приготовления пищи и сопоставимо с газовой. Безопасна в эксплуатации, но требует специального ухода, так как поверхность плиты чувствительна к внешним воздействиям. Готовка пищи осуществляется исключительно в чугунной посуде со специальной эмалью. Коэффициент полезного действия 70–80% (рис. 4.11).



Рис. 4.11. Стеклокерамическая плита

- Индукционная электроплита. В отличие от своих предшественников данная плита остается холодной во время готовки пищи, что минимизирует получение ожогов, так как готовка осуществляется при помощи магнитного поля. Плита распознает только специальную намагниченную посуду (из нержавеющей стали, посуду, покрытую специальной эмалью). Коэффициент полезного действия 90%, что является самым высоким показателем по сравнению со всеми остальными плитами. Требуется специализированный уход. Является самой энергосберегающей электроплитой.

Электроприборы:

- Все электроприборы принято делить на 7 классов в зависимости от энергоэффективности. Они обозначаются буквами А, В, С, D, E, F, G. Приборы с маркировкой А на 50–80% процентов более эффективные, В – на 25–50%. Классы С и D являются промежуточными, остальные приборы не относят к энергосберегающим. Рекомендуется покупать А+ и А++, что позволяет еще лучше экономить энергию.
- Не оставляйте электроприборы в режиме ожидания (например, телевизор), используйте кнопки включения/выключения питания, если не собираетесь в ближайшее время пользоваться прибором.

- При использовании электрочайников своевременно удаляйте накипь, это воспрепятствует снижению скорости нагрева воды.
- Не оставляйте на ночь электроприборы с аккумулятором (телефоны, ноутбуки и т.д.) в режиме подзарядки, так вы замедлите скорость выхода из строя аккумуляторов и сэкономите электроэнергию.
- При приготовлении пищи на плите используйте посуду с плоским дном, подходящую под размер конфорки, накрывайте крышкой и не наливайте лишней воды.
- По возможности воздерживайтесь от предварительного разогрева духовки.
- При использовании пылесосов своевременно очищайте контейнеры для сбора пыли, это предотвратит падение мощности, сэкономит энергию и уменьшит вероятность проникновения пыли из пылесоса наружу.
- Холодильные и морозильные камеры рекомендуется ставить подальше от источников тепла, а также не помещать в них неостывшую еду, периодически размораживать.
- Если у вас имеется кондиционер, то не открывайте окна и двери.

Виды лампочек:

- **Лампы накаливания.** Мощность: 25–300 ватт. Отдача света: 10–20 люменов на ватт. Особенности: трата большого количества энергии на нагревание, сравнительно низкая стоимость (рис. 4.12).

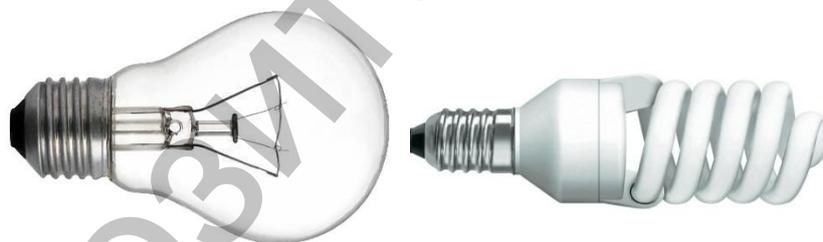


Рис. 4.12. Лампа накаливания и люминесцентная лампа

- **Люминесцентные лампы.** Мощность: 10–80 ватт. Отдача света: 40–100 люменов на ватт. Особенности: экономность, сравнительно высокая стоимость, восприимчивость к перепадам напряжения.
- **Светодиодные лампы.** Мощность: 3–30 ватт. Отдача света: 100–120 люменов на ватт (рис. 4.13). Особенности: очень высокая экономность, сравнительно высокая стоимость, быстрая окупаемость.
- **Филаментные лампы.** Мощность: 5–9 ватт. Отдача света: 115 люменов на ватт. Особенности: сходство с лампой накаливания по внешнему виду лампы и оттенкам освещения, сравнительно высокая цена, очень высокая экономность.



Рис. 4.13. Светодиодная и филаментная лампы

Меры, которые содействуют рациональному использованию электроэнергии в быту:

- Следует по возможности использовать естественное освещение. Для этого следует не завешивать окна без надобности, не допускать загрязнения оконных стекол.
- Своевременное выключение электроприборов и света.
- Рациональное расположение в доме/квартире осветительных приборов.
- Использовать приборы местного освещения (светильники).
- Отдать предпочтение светлым тонам при оформлении квартиры, так как они лучше отражают свет, а значит, и затраты на освещение снизятся.
- Не ставьте вплотную к стенам и мебели холодильник/морозильник, это нарушит циркуляцию холодного воздуха, а значит, увеличит расходы за электроэнергию.
- Следите за состоянием уплотнителя холодильника для предотвращения потери холодного воздуха через него.
- Следите за чистотой приборов, пыль и грязь снижают их работоспособность и повышают потребление электроэнергии.

Раздел 5. Охрана труда

Лекция 1. Законодательство Республики Беларусь в области охраны труда. Обеспечение защиты от опасных и вредных производственных факторов

1. Закон Республики Беларусь «Об охране труда». Основные направления государственной политики в области охраны труда в Республике Беларусь. Ответственность за нарушение законодательства об охране труда.

2. Обязанности и права работодателя в области охраны труда. Обязанности и права работающего в области охраны труда. Инструкции по охране труда.
3. Понятие о вредных и опасных производственных факторах, их классификация и краткая характеристика. Классификация условий труда. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности работающих.

1. Закон Республики Беларусь «Об охране труда».
Основные направления государственной политики в области охраны труда в Республике Беларусь. Ответственность за нарушение законодательства об охране труда

Закон Республики Беларусь от 23.06.2008 (ред. от 12.07.2013)
«Об охране труда» определяет:

1. Государственное управление в области охраны труда.
2. Право работающих на охрану труда.
3. Организацию охраны труда (обязанности и права работодателя в области охраны труда, обязанности работающего в области охраны труда и т.п.).
4. Соответствие объектов, оборудования, рабочих мест, продукции требованиям по охране труда и т.д.

Охрана труда – комплекс мероприятий (правовых, экономических, медицинских и др.), направленных на обеспечение безопасности жизни и здоровья работающих в процессе трудовой деятельности.

К основным направлениям государственной политики в области охраны труда относятся:

- введение единых требований в области охраны труда для всех работодателей;
- ответственность работодателя за обеспечение безопасных условий труда;
- участие органов государственной власти в финансировании мероприятий по улучшению условий труда;
- обучение работающих по вопросам охраны труда;
- возмещение вреда лицам, получившим производственную травму или профессиональные заболевания;
- сотрудничество между работающими и работодателями;
- взаимодействие республиканских органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов, профессиональных союзов, работодателей;
- использование международного опыта организации работы по улучшению условий труда.

Основные виды ответственности за нарушение законодательства об охране труда:

1. Дисциплинарная.
2. Административная.
3. Уголовная.

В соответствии со статьей 198 ТК РБ к мерам дисциплинарного взыскания относятся: замечание, выговор, увольнение. Кроме того, к работнику могут применяться: лишение премии, изменение времени предоставления отпуска и т.д.

Административная ответственность. Статья 9.17 КоАП РБ устанавливает за нарушение требований по охране труда должностным лицом или индивидуальным предпринимателем наложение штрафа в размере от пяти до сорока базовых величин.

В соответствии со статьей 306 Уголовного кодекса Республики Беларусь нарушение правил охраны труда, повлекшее по неосторожности смерть двух или более лиц, наказывается лишением свободы на срок от трех до семи лет с лишением или без лишения права занимать определенные должности.

2. Обязанности и права работодателя в области охраны труда.

Обязанности и права работающего в области охраны труда.

Инструкции по охране труда

Обязанности работодателя по обеспечению охраны труда:

- обеспечение безопасности при эксплуатации территории, зданий, оборудования и т.п., а также контроль за использованием средств индивидуальной и коллективной защиты;
- информирование работающих о состоянии условий труда на рабочем месте, средствах индивидуальной защиты, компенсациях по условиям труда;
- организация обучения, инструктажа, стажировки работающих по вопросам охраны труда;
- осуществление обязательного страхования работающих от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- принятие мер по предупреждению аварийных ситуаций, оказанию потерпевшим при несчастных случаях на производстве необходимой помощи и их доставке в лечебное учреждение;
- проведение расследования и учета несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний, а также технического расследования причин аварий;
- обеспечение допуска должностных лиц контролирующих органов для обследования территорий, помещений, транспортных средств и т.д., а также предоставление необходимых для проверки документов;

- отстранение от оказания услуг работающего, появившегося на работе в состоянии алкогольного опьянения или в состоянии, связанном с болезнью, препятствующем выполнению работ;

- возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью работающих.

Работодатель имеет право:

- требовать от работающих выполнения нормативных правовых актов по охране труда;

- применять меры поощрения работников за выполнение требований по охране труда;

- проводить освидетельствование работающих на предмет нахождения в состоянии алкогольного опьянения с использованием специальных приборов или экспресс-тестов;

- обращаться в организации здравоохранения за сведениями о тяжести производственных травм, полученных работающими, а также об их нахождении в состоянии алкогольного опьянения;

- обращаться в органы государственной власти, в том числе в суд, для защиты своих прав;

- вносить предложения в государственные органы о разработке или изменении нормативных правовых актов по охране труда.

Обязанности работающего в области охраны труда:

- прохождение обучения, инструктажа, стажировки по вопросам охраны труда и медицинских осмотров;

- выполнение требований по охране труда;

- забота о личной безопасности, а также о безопасности окружающих в процессе трудовой деятельности;

- использование средств индивидуальной и коллективной защиты;

- немедленное сообщение работодателю об аварийной ситуации, несчастном случае, а также оказание содействия работодателю в принятии мер по оказанию необходимой помощи потерпевшим, их доставке в лечебное учреждение.

Работающий имеет право на:

- проведение инструктажа по вопросам охраны труда;

- получение от работодателя достоверной информации о состоянии условий труда на рабочем месте, а также о средствах индивидуальной и коллективной защиты;

- личное участие в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда;

- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты;

- отказ от выполнения работы в случае возникновения опасности для жизни и здоровья его и окружающих, а также при непредоставлении ему средств индивидуальной защиты.

Инструкция по охране труда – это локальный нормативный правовой акт, включающий требования по охране труда.

Вышеуказанный документ содержит:

1. Общие требования по охране труда.
2. Требования по охране труда перед началом работы.
3. Требования по охране труда при выполнении работы.
4. Требования по охране труда по окончании работы.
5. Требования по охране труда в аварийных ситуациях.

Инструкции по охране труда разрабатываются на основе типовых инструкций по охране труда. Наниматель, не наделенный правом утверждения локальных документов, руководствуется соответствующими типовыми инструкциями по охране труда.

3. Понятие о вредных и опасных производственных факторах, их классификация и краткая характеристика. Классификация условий труда. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности работающих

Вредный производственный фактор – это производственный фактор, приводящий к заболеванию, снижению работоспособности или смерти.

Опасный производственный фактор – производственный фактор, приводящий к травме или смерти.

Между вышеуказанными факторами отмечается определенная взаимосвязь. Например, высокий уровень влажности и наличие токопроводящей пыли (вредные факторы) в производственном помещении повышают опасность поражения работающего электрическим током (опасный фактор).

Вредные и опасные производственные факторы классифицируют на следующие группы (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Классификация вредных и опасных производственных факторов

Физическими факторами являются:

- пылевая нагрузка (строительная пыль, угольная пыль и т.п.);
- акустические факторы (шум, вибрация, инфра- и ультразвук);
- микроклиматические факторы (температура и влажность воздуха, скорость движения воздуха, тепловое облучение и др.);
- световая среда (естественное освещение, искусственное освещение, освещенность рабочей поверхности, показатель ослепленности, отраженная блескость, коэффициент пульсации, яркость и т.д.);
- неионизирующие электромагнитные поля и излучения (электрическое и магнитное поля промышленной частоты, излучения, создаваемые ПЭВМ, лазерное и ультрафиолетовое излучение и т.п.);
- ионизирующие излучения (гамма- и рентгеновское излучение, альфа- и бета-частицы, нейтронное излучение и т.д.).

К химическим факторам относятся: вещества, вызывающие острые отравления, канцерогены, аллергены, противоопухолевые лекарственные средства, гормоны, наркотические анальгетики и др.

Биологические факторы включают: патогенные микроорганизмы, бактериальные препараты и т.п.

Психофизиологическими факторами являются:

- тяжесть трудового процесса (подъем и перемещение тяжести, рабочая поза, наклоны корпуса, перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом и т.п.);
- напряженность трудового процесса (интеллектуальные нагрузки, сенсорные нагрузки, эмоциональные нагрузки, монотонность нагрузок, режим работы).

Условия труда – совокупность факторов производственной среды, воздействующих на здоровье работающего в процессе трудовой деятельности.

Принципы гигиенической классификации условий труда:

1. Дифференциация уровней отклонений вредных и опасных производственных факторов от гигиенических нормативов.
2. Распределение условий труда по определенным классам.

Условия труда подразделяются на 4 класса:

1. Оптимальные условия труда (1 класс).
2. Допустимые условия труда (2 класс).
3. Вредные условия труда (3 класс).
4. Опасные условия труда (4 класс).

Оптимальные условия труда (1 класс) обусловлены такими производственными факторами, при которых сохраняется здоровье работников.

Допустимые условия труда (2 класс) представлены такими производственными факторами, уровни которых не превышают установленных законодательством нормативов. Возможные изменения функ-

ционального состояния организма восстанавливаются к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного действия на организм работников и их потомство.

Вредные условия труда (3 класс) характеризуются такими производственными факторами, уровни которых превышают принятые законодательством гигиенические нормативы. Данные факторы оказывают неблагоприятное действие на здоровье работника и его потомство.

Опасные условия труда (4 класс) обусловлены такими производственными факторами, уровни которых превышают установленные законодательством нормативы. Воздействие вышеуказанных факторов в течение рабочей смены может привести к высокому риску развития тяжелых форм острых профессиональных заболеваний.

Обеспечение производственной безопасности определяется принципами, методами и средствами. **Принцип** – это мысль или основное положение. **Метод** – способ достижения цели. **Средство** – это реализация принципов и методов.

В зависимости от признака реализации выделяют 4 группы принципов обеспечения безопасности работающих (рис. 5.2).

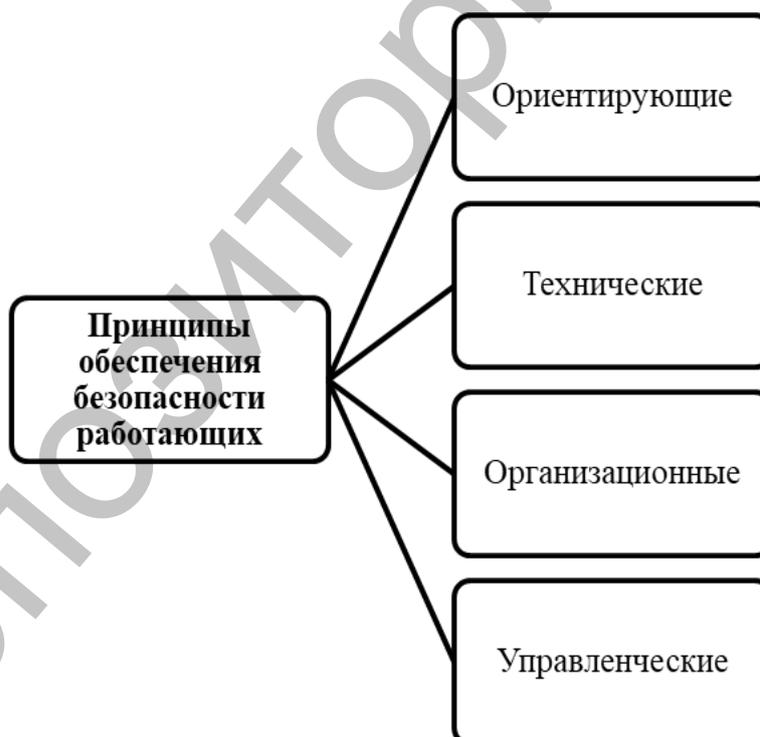


Рис. 5.2. Классификация принципов обеспечения безопасности работающих

Ориентирующие принципы предназначены для поиска безопасного решения и накопления необходимой информации. Данная группа принципов включает: принцип гуманизации деятельности,

принцип системности, принцип деструкции, принцип снижения опасности, принцип ликвидации опасности.

Принцип гуманизации деятельности направлен на рассмотрение вопросов, связанных с безопасностью человека в процессе трудовой деятельности.

Принцип системности предполагает учет вредных и опасных производственных факторов, которые могут привести к несчастному случаю или профессиональному заболеванию.

Принцип деструкции заключается в разрушении системы, приводящей к опасным последствиям за счет исключения из нее хотя бы одного элемента. Например, снижение температуры в производственных помещениях предотвращает самовозгорание пыли или паров легковоспламеняющихся жидкостей.

Принцип снижения опасности применяется в тех случаях, когда опасность не удается ликвидировать полностью. Так, для снижения опасности возникновения ДТП в населенных пунктах применяют ограничение скорости движения автотранспорта. К данному принципу относят также использование безопасного напряжения (36 В) при работе с электроинструментами без заземления. Вышеуказанное напряжение не является абсолютно безопасным.

Принцип ликвидации опасности направлен на устранение вредных и опасных производственных факторов в процессе трудовой деятельности (внедрение безопасного оборудования, замена опасных веществ менее опасными и т.д.).

Технические принципы направлены на непосредственное предотвращение опасностей с использованием физико-химических законов и технических средств. К вышеуказанным принципам относятся: принцип прочности, принцип защиты расстоянием, принцип экранирования и др.

Принцип прочности заключается в повышении уровня безопасности материалов и конструкций путем усиления их способности противостоять механическим воздействиям и разрушениям.

Принцип защиты расстоянием предполагает обеспечение безопасности человека за счет увеличения расстояния от источника опасности. Например, для предотвращения распространения пожара здания размещают на определенном расстоянии друг от друга. Данные расстояния являются противопожарными разрывами. К вышеуказанному принципу относят также использование санитарно-защитных зон. Санитарно-защитная зона – это пространство между жилой застройкой и опасными промышленными объектами. Размеры данного пространства колеблются от 50 до 1000 метров.

Принцип экранирования направлен на размещение защитных экранов между человеком и источником опасности (шум, вибрация, излучение и т.д.). Так, для защиты от электромагнитных излучений используют экраны в виде листов или сеток. Данные экраны изготавливаются из материалов с высокой электрической проводимостью (медь, алюминий) и обладают как отражательной, так и поглощающей способностью.

Организационные принципы предназначены для научной организации трудовой деятельности. Данная группа принципов включает: принцип защиты временем, принцип нормирования, принцип эргономичности и др.

Принцип защиты временем ориентирует на сокращение продолжительности пребывания человека в зоне воздействия вредных и опасных производственных факторов. В соответствии с данным принципом на вредных производствах устанавливают продолжительность рабочего дня, производственный стаж и другие льготы.

Принцип нормирования предполагает повышение уровня безопасности человека путем регламентации условий труда (предельно допустимая концентрация вредных веществ в окружающей среде, предельно допустимый уровень радиации и т.д.).

Принцип эргономичности заключается в проектировании оборудования, рабочих мест с учетом антропометрических и психофизических особенностей человека.

Управленческие принципы определяют взаимосвязь между отдельными стадиями процесса обеспечения безопасности в процессе трудовой деятельности. К вышеуказанным принципам относятся: принцип плановости, принцип компенсации, принцип эффективности и т.д.

Принцип плановости предполагает разработку и установление на определенный срок направлений деятельности, заданий, количественных показателей и т.п. Производственное планирование делится на оперативное, текущее (годовое) и перспективное. Данный принцип направлен на улучшение условий труда.

Принцип компенсации предусматривает предоставление льгот за работу во вредных и опасных условиях (доплаты, дополнительный отпуск, лечебно-профилактическое питание).

Принцип эффективности. В соответствии с данным принципом осуществляют сопоставление фактических и плановых результатов, а также проводят анализ достигнутых показателей по критериям затрат и прибыли. Например, при реализации мероприятий по охране труда осуществляют оценку их социальной и экономической эффективности.

Выделяют три основных метода по обеспечению безопасности работника в процессе трудовой деятельности:

1. **Метод разграничения во времени и в пространстве гомосферы и ноксосферы** (организация, автоматизация, дистанционное управление и т.д.).

Гомосфера – это рабочая зона, в которой находится человек в процессе трудовой деятельности.

Ноксосфера – пространство, в котором существуют вредные или опасные производственные факторы.

2. **Метод нормализации ноксосферы путем устранения вредных и опасных производственных факторов** (использование коллективных средств защиты).

3. **Метод адаптации человека к ноксосфере** (обучение, инструктаж, использование средств индивидуальной защиты).

К средствам обеспечения безопасности работающих относятся средства коллективной и индивидуальной защиты.

Средствами коллективной защиты являются:

- ограждения;
- тормозные устройства;
- сигнализация;
- устройства дистанционного управления;
- вентиляция и отопление;
- знаки безопасности и т.п.

Средства индивидуальной защиты представлены на рис. 5.3.



Рис. 5.3. Средства индивидуальной защиты

- средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы, пневмошлемы и т.д.);
- изолирующие костюмы (пневмокостюмы, гидроизолирующие костюмы и т.п.);
- специальная одежда (комбинезоны, халаты и др.);
- специальная обувь (ботинки, сапоги и т.д.);
- средства защиты головы (каска, шлемы и т.п.);
- средства защиты глаз (защитные очки);
- средства защиты органов слуха (противошумные шлемы, противошумные наушники и др.);
- средства защиты лица (защитные маски, щитки);
- средства защиты рук (перчатки, рукавицы);
- предохранительные приспособления (предохранительные пояса, манипуляторы и т.д.);
- защитные дерматологические средства (кремы, мази, пасты).

Литература

1. Безопасность жизнедеятельности человека: типовая учебная программа / В.Е. Гурский [и др.]. – Минск, 2013.
2. Босак, В.Н. Безопасность жизнедеятельности человека: учебник / В.Н. Босак, З.С. Ковалевич. – Минск: Выш. шк., 2016. – 335 с.
3. Дорожко, С.В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность: пособие: в 3 ч. / С.В. Дорожко, И.В. Ролевич, В.Т. Пустовит. – Минск: Дикта, 2008. – Ч. 1: Чрезвычайные ситуации и их предупреждение. – 284 с.
4. Конопля, Е.Ф. Радиация и Чернобыль. Трансурановые элементы на территории Беларуси / Е.Ф. Конопля, В.П. Кудряшов, В.П. Мионов. – Минск: Беларус. навука, 2006. – 191 с.
5. Мархоцкий, Я.Л. Основы защиты населения в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие / Я.Л. Мархоцкий. – Минск: Выш. шк., 2007. – 206 с.
6. Михнюк, Т.Ф. Охрана труда и основы экологии: учеб. пособие / Т.Ф. Михнюк. – Минск, 2007. – 356 с.
7. О государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: постановление Совета Министров от 10 апреля 2001 года № 495: с изм. и доп. // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2001. – № 40. – С. 11–27.
8. О гражданской обороне: Закон Респ. Беларусь от 27 ноября 2006 года № 183-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2006. – № 201. – С. 14–28.
9. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Закон Респ. Беларусь от 5 мая 1998 г. № 141-З: с изм. и доп. [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=h19800141&p2={NRPA}>. – Дата доступа: 15.04.2018.
10. О Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 14.07.2003 № 949; ред. от 10.06.2008 № 835.
11. О пожарной безопасности: Закон Респ. Беларусь от 15 июня 1993 г. № 2403-ХП: с изм. и доп. [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=v19302403&p2={NRPA}>. – Дата доступа: 10.05.2018.
12. О радиационной безопасности населения: Закон Респ. Беларусь от 5 янв. 1998 г. № 122-З: с изм. и доп.: принят Палатой представителей 16 дек. 1997 г.: одобрен Советом Республики 20 дек. 1997 г. [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Бела-

- русь. – Режим доступа: <http://pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=h19800122&p2={NRPA}>. – Дата доступа: 12.04.2018.
13. Об охране труда: Закон Республики Беларусь от 23 июня 2008 г. № 356-З: принят Палатой представителей 14 мая 2008 г.: одобрен Советом Республики 4 июня 2008 года [Электронный ресурс] / Нац. центр прав. информ. Респ. Беларусь. – Режим доступа: www.pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=h10800356&p2={NRPA}. – Дата доступа: 17.03.2018.
 14. Первая медицинская помощь: учеб.-метод. пособие / Л.Л. Миرون [и др.]. – Минск, 2006. – 194 с.
 15. Сантарович, В.М. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность / В.М. Сантарович, А.В. Долидович, В.В. Захарченко. – Минск: ПЧУП «Бизнесофсет», 2007. – 402 с.
 16. Свидерская, О.В. Основы энергосбережения: курс лекций / О.В. Свидерская. – 3-е изд. – Минск: Акад. управления при Президенте Респ. Беларусь, 2004. – 294 с.
 17. Сергейчик, С.А. Экология: учеб. пособие / С.А. Сергейчик. – Минск, 2009. – 505 с.
 18. Сидоренко, А.В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность: курс лекций / А.В. Сидоренко. – Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2010. – 153 с.
 19. Сидоренко, А.В. Охрана труда / А.В. Сидоренко. – Минск: БГУ, 2008. – 125 с.
 20. Челноков, А.А. Охрана труда / А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко. – Минск, 2009. – 456 с.

Учебное издание

ПРИЩЕПА Инна Михайловна
КЛЮЕВ Владимир Александрович
ДУДАРЕВ Александр Николаевич

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Курс лекций

Технический редактор *Г.В. Разбоева*
Корректор *Л.В. Моложавая*
Компьютерный дизайн *И.В. Волкова*

Подписано в печать 2018. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 13,83. Уч.-изд. л. 10,68. Тираж экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/255 от 31.03.2014 г.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».
210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.